

Владивостокский государственный университет экономики и сервиса

Кривошеев Владимир Петрович, Розанова Елена Анатольевна,
Королева Людмила Анатольевна, Клочко Инна Леонидовна

**Формирование компонентов базы знаний для подготовки
специалистов в области автоматизированного
проектирования одежды**

Владивосток 2009

Содержание

Введение.....	4
1 Обзор и анализ существующих элементов автоматизированного проектирования.....	7
1.1 Комплексная характеристика средств автоматизированного проектирования одежды.....	7
1.2 Критерии оценки систем автоматизированного проектирования одежды.....	10
1.3 Предпосылки теоретических исследований элементов САПР одежды.....	11
1.4 Актуальность создания базы знаний «Теоретические основы САПРО».....	13
Выводы к 1 главе.....	15
2 Исследования теоретических основ САПР.....	16
2.1 Структура САПР. Функции составляющих элементов САПР.....	16
2.2 Определение связей между элементами САПР. Логическая структура САПР.....	22
2.3 Исследования теоретических основ САПР различных отраслей производства.....	25
2.3.1 Цитатник определений понятия САПР.....	25
2.3.2 Цитатник определений понятия «подсистема».....	27
2.3.3 Цитатник определений понятия «проектирующая подсистема».....	28
2.3.4 Цитатник определений понятия «обслуживающая подсистема».....	29
2.3.5 Цитатник определений понятия «база данных».....	29
2.3.6 Цитатник определений понятия «автоматизированное рабочее место».....	31
2.4 Искусственный интеллект как решение проблемы формализации знаний. Общая характеристика и структура экспертных систем и базы знаний.....	32
2.4.1 Определение понятия «база знаний».....	33
2.4.2 Общая характеристика и структура экспертных систем.....	35
2.5 Формирование исходной информации для разработки базы знаний «Теоретические основы САПРО».....	38
2.5.1 Определение САПР.....	38
2.5.2 Определение понятия «подсистема». Классификация подсистем.....	39
2.5.3 Определение понятия «база данных».....	41
2.5.4 Определение понятия «автоматизированное рабочее место».....	44
2.6 Взаимозаменяемость понятий и определений элементов автоматизированного проектирования.....	46
Выводы ко 2 главе.....	49
3 Разработка структуры базы знаний «Теоретические основы САПРО».....	50
3.1 Характеристика способов организации знаний в ЭС. Виды ЭС и типы решаемых ими задач.....	50
3.2 Требования к базам знаний.....	52

3.2.1 Общие требования к разработке баз знаний.....	53
3.2.2 Требования, предъявленные к базе знаний «Теоретические основы САПРО».....	54
3.2.3 Основные принципы построения БЗ. Выбор модели представления знаний и задачи, решаемой БЗ «Теоретические основы САПРО».....	55
3.2.4 Практическая значимость проектируемой базы знаний.....	61
3.2.5 Этапы построения разрабатываемой базы знаний и факторы, влияющие на ее эффективность.....	63
Выводы к 3 главе.....	65
4 Разработка пользовательского интерфейса базы знаний «Теоретические основы САПРО».....	66
4.1 Образ пользователя как основа для принципиального решения интерфейса.....	66
4.2 Этапы разработки пользовательского интерфейса проектируемой базы знаний.....	67
4.2.1 Определение типа интерфейса и общих требований к нему.....	67
4.2.2 Определение начальной конфигурации интерфейса.....	69
4.2.3 Проектирование диалога пользователя с базой знаний.....	71
4.2.4 Реализация алгоритмов и интерфейса проектируемой базы знаний.....	74
Выводы к 4 главе.....	78
Заключение.....	79
Список использованных источников.....	81
Приложение А	

Введение

Информационные технологии играют все более важную роль в повышении конкурентоспособности швейных предприятий, являясь мощным ресурсом реализации потенциала современного производства [50].

Стратегическая задача подъема российской экономики не может быть решена без совершенствования технологической базы промышленности, без создания гибкой и эффективной инфраструктуры, обеспечивающей разработку и использование новой конкурентоспособной продукции. Функционирование такой инфраструктуры возможно при обеспечении высокого научно-технического уровня.

Проблемы научно-методического характера должны быть нацелены на упорядочение предметной области, на выработку единого понимания ее содержания и используемой терминологии. Четкое понимание границ в области автоматизированного проектирования одежды необходимо для правильной организации работ [51]. Примером некорректного использования понятий является их смешивание, то есть возможность разных определений для одного и того же объекта структуры систем автоматизированного проектирования (САПР) и наоборот. Это представляется совершенно недопустимым, так как в этом случае возникает путаница между пониманием процесса проектирования. Устранение сложившейся ситуации возможно путем формализации знаний в области САПР одежды (САПРО). Таким образом, остро встает необходимость исследований, посвященных теоретическим основам структуры САПРО.

Какова бы ни была производственная база, технологии, оборудование и т.п. – все это только возможности, результаты обеспечивают в конечном итоге люди. И здесь немаловажная роль отводится образованию. Применение САПР проектировщиком невозможно без знания принципов, которые лежат в их основе. Знание теоретических основ структуры САПРО позволяет быстро освоить конкретную систему и в дальнейшем, в случае необходимости, легко перестроиться на другой уровень работ. В современном мире автоматизированного проектирования специалист должен иметь не только практический опыт, но и фундаментальные знания в области САПР. Создатели руководств к системам автоматизированного проектирования предполагают, что проектировщик владеет соответствующей терминологией и теоретическими принципами.

Современный специалист, как правило, проводит большую часть времени за компьютером. Более того, в современном темпе жизни не располагаешь временем на посещение библиотек с целью поиска необходимой технической литературы.

Большинство молодых специалистов не станет читать учебную литературу с достаточно сложным изложением и формулировками теоретических концепций.

Так что нужно современному специалисту? Быстрота, доступность, легкость! Знания в век всеобщей глобальной автоматизации и технического прогресса должны быть мобильными. Важной особенностью, которая все более отчетливо просматривается в настоящее время, является то, что образование становится бизнесом. Учитывая складывающуюся ситуацию можно предположить, что конкуренция на рынке образовательных услуг будет только обостряться [52]. Представление знаний – это своеобразный продукт производства учебного заведения. А если это так, то необходимо эти знания современно и удобно представить.

Таким образом, во время развития искусственного интеллекта, подчиняясь требованиям современности целесообразно объединение знаний в базе знаний (БЗ) «Теоретические основы САПРО», которая сделала бы доступнее знания в области автоматизированного проектирования. Более того, эта область является одной из самых динамичных, поскольку непрерывно появляются новейшие разработки в различных разделах САПР. Представление знаний в электронном виде, а не в твердой копии позволит легко их обновлять в случае каких-либо изменений.

Использование экспертных систем, языков четвертого поколения и систем автоматизированного производства постоянно расширяется. Успех этих систем непосредственно зависит от нашей способности предварить их разработку и внедрение описанием всего комплекса проблем, которые необходимо разрешить, указанием того, какие функции системы должны быть автоматизированы, определением точек интерфейса человек-машина и того, как взаимодействует система со своим окружением. Иными словами, этап проектирования системы является критическим для создания высококачественных систем.

Целью работы является исследование, анализ и формирование теоретических основ структуры САПР одежды, как информационной платформы для создания БЗ «Теоретические основы САПРО».

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- анализ традиционных материалов проектирования в САПР различных отраслей промышленности;
- определение элементов и структуры САПР;
- структурирование терминологии относительно САПРО;
- установление взаимосвязи составляющих элементов САПР;

- формирование группы требований к разработке базы знаний «Теоретические основы САПРО»;
- разработка программного обеспечения и макетная проработка пользовательского интерфейса базы знаний «Теоретические основы САПРО».

Объект исследования

В качестве объекта исследования выбраны основные главные термины в области автоматизированного проектирования (САПР, подсистема, проектирующая и обслуживающая подсистемы, база данных, автоматизированное рабочее место).

Методы и средства исследования

В работе использованы методы системного и структурного анализа, теории алгоритмизации и объектно-ориентированного программирования, эвристический подход к моделированию трудноформализуемых процессов.

Практическая ценность работы

Практическая значимость работы состоит в том, что:

- выполнен полный анализ традиционных подходов проектирования в САПР;
- установлены границы между определениями в области автоматизированного проектирования и связи между элементами структуры САПР;
- сформированы требования для проектирования базы знаний «Теоретические основы САПРО» и к ее интерфейсу;
- установлена платформа для создания программного обеспечения базы знаний;
- осуществлена макетная проработка пользовательского интерфейса базы знаний.

1 Обзор и анализ существующих элементов автоматизированного проектирования

1.1 Комплексная характеристика средств автоматизированного проектирования одежды

В настоящее время в швейной промышленности идет интенсивное внедрение систем автоматизированного проектирования. Отечественные САПР составляют достойную конкуренцию зарубежным системам, и многие швейные предприятия начинают отдавать предпочтение отечественным программным продуктам, таким, как «Грация», «Ассоль», «Комтенс» и др.

САПР прошлого столетия охватывала в основном подготовительно-раскройное производство, в настоящий момент акцент делается на компьютерных технологий художественного и конструкторского проектирования одежды.

Достоинством САПР нового поколения является гибкий модульный принцип организации, открывающий возможности для расширения круга решаемых задач, приспособления к условиям и требованиям предприятия и обеспечивающий возможность использования любого способа проектирования [1].

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

Наиболее существенные различия в конструкторских швейных САПР обусловлены способом представления лекал в компьютере, который может быть параметрическим или графическим.

Параметрическое представление лекал предполагает наличие специальных инструментов для формализации и записи последовательности построения лекала на плоскости. Задавая конкретные размерные признаки и прибавки, система автоматически строит по ним лекала. Иногда параметрические системы реализуют на базе специализированных компьютерных языков, что делает процесс «программирования лекала» трудным для освоения и весьма продолжительным при разработке конкретного изделия.

Графическое представление лекал основано на применении графических примитивов (точек, линий, дуг, сплайнов) для создания лекал и хранения их в компьютере. Такой подход реализован в большинстве систем и носит универсальный характер, так как позволяет достаточно быстро задавать в компьютере лекала любой

геометрической формы. Очевидно, что в данном случае значительно проще решаются вопросы ввода бумажных лекал в компьютер, упрощается процесс конвертации лекал, разработанных в разных системах.

Отличительной особенностью промышленного производства одежды является производство изделия в заданном диапазоне размеров и ростов. Традиционно для решения данной задачи используют градацию лекал, что позволяет существенно экономить время и трудовые затраты на разработку изделия.

Градация лекал предполагает разработку лекал одного размера (базового). Лекала других размеров и ростов получают, используя специальные упрощенные методы построения лекал. Процесс градации заключается в задании на базовых лекалах конструктивных точек и правил градации, которые, фактически, представляют вектора приращений при переходе от одного размера к другому.

Данные задачи конструирования лекал могут решаться либо в комплексной САПР, либо в отдельных подсистемах. Также имеют место автоматизированные рабочие места проектировщиков, на которых будет осуществляться выполнение вышеотмеченных задач, или базы данных, имеющие всю необходимую информацию для создания проектно-конструкторской документации.

Обзор интернет - ресурсов САПР одежды показывает, что ряд существующих автоматизированных систем смешивает понятия элементов САПР, что в конечном итоге приводит к полной неразберихе, где мы имеем место с САПР, а где с подсистемой или, может быть, с АРМ или БД.

Ярким примером такого «смешивания понятий» является САПР «JULIVI» [2]. Разработчики данной системы представляют ее как совокупность модулей, в свою очередь, некоторые модули одновременно могут называться и АРМ. Например, модуль 1: Рабочее место «Дизайн - построение базовых конструкций»; модуль 2: Рабочее место «Конструктор-Профессионал» и др. При детальном рассмотрении данных модулей понятие «рабочее место» заменяется на понятие «программа».

Другим представителем САПРО, где имеет место внедрение «своих» понятий, является САПР «Реликт». Данная система работает как конструкторская база данных. Каждая сборочная единица, представленная в базе данных посредством единой системы кодирования, характеризуется техническим рисунком, комплектом лекал, технологической последовательностью сборки и конфекционной картой. База данных «Реликт» создана по видам ассортимента.

Охарактеризованная выше БД разработчиками предлагается использовать в составе разработанной Научно-производственным Центром «Реликт» Модульной

Интегрированной Компьютерной Системы проектирования одежды (системе МИКС-Р) для процессов изготовления швейных изделий. В состав системы входят модули «Технический рисунок», «Конструирование», «Раскладка лекал», «Технолог». В свою очередь каждый модуль оснащен рядом технических средств [3].

Вышеотмеченная характеристика НПЦ «Реликт» показывает, что разработчики вводят свои, отличные от традиционных терминов, понятия МИКС-Р и модуль. МИКС-Р - это перефразированный термин САПРО, а модуль, следует полагать, это проектирующая подсистема. При этом подсистема будет являться автоматизированным рабочим местом в случае ее самостоятельного существования и полного технического оснащения. Например, подсистема «Конструирование» (у НПЦ «Реликт» модуль) может являться АРМ с совокупностью технических средств - компьютера и дигитайзера.

Введение разработчиками САПР своих терминов можно объяснить стремлением создать видимый эффект новизны. Таким образом, специалисты по разработке САПР хотят выделиться из множественного ряда существующих САПРО.

Существует необходимость анализа действующих САПРО. Необходимо выделить ядро функционирования САПР, определить, какая система работает как комплексная САПР, а какая может разбиваться на АРМы или работать в качестве подсистем или баз данных. Анализ отечественных САПРО представлен в таблице 1.

Таблица 1 - Сравнительная характеристика САПРО

Наименование объекта	САПР	Проектирующая подсистема	База данных	Автоматизированное рабочее место
“JULIVI”	+	+		+
“Eleandr САРР”	+	+	+	
“Грация”		+		+
“Реликт”	+		+	+
“Ассоль”	+	+		+
“Комтенс”	+	+		+

Выполненная характеристика существующих средств автоматизированного проектирования показывает, что становится необходимым четкое разграничение понятий.

Это позволит определить четкие границы между элементами САПР, даст полное представление о составляющих структуры и их функциях.

1.2 Критерии оценки систем автоматизированного проектирования одежды

При выборе системы САПР и подход должен быть системным: нужно довольно точно представлять специфику решаемых задач и степень предполагаемой автоматизации, которая будет возложена на САПР. Кроме того, далеко не все системы, претендующие на принадлежность к классу САПР, отвечают необходимым требованиям.

Существует ряд негласных критериев соответствия классу САПР, которые позволяют дать оценку той или иной системе проектирования. Прежде всего, степень автоматизации. Инструменты системы должны экономить время, обеспечивать продуктивность и не противоречить традиционному проектированию.

Далее следуют такие качества САПР, как надежность, доступность и открытость. Данные, хранящиеся в электронной форме, недоступны для прямого чтения, доступ к ним осуществляется с помощью специальной программы. Поэтому система с нестандартным форматом хранения информации крайне нестабильна и ненадежна. Необходимо также, чтобы работа с САПР предполагала обучение и серьезную техническую поддержку. Система должна быть открытой, то есть предполагать настройку или доработку под конкретные потребности пользователя.

Наиболее полно всем перечисленным критериям отвечает САПР на основе AutoCAD. AutoCAD - это масштабируемое решение, всегда оставляющее простор для развития [4].

Существуют общие критерии оценки, на которые нужно обращать внимание при выборе САПР:

1. Нельзя выбирать программное обеспечение, работающее под ДОС. Это отбрасывает на много лет назад.
2. Система должна обеспечивать:
 - *надежную работу*, как в локальном, так и в сетевом вариантах;
 - *высокую точность*. Любые ограничения на количество внутренних контуров и число точек лекальных кривых в конструировании или градации ведут, в конечном итоге, к потере точности при воспроизведении сложных деталей;
 - *гибкость работы*. Как минимум, должны быть средства отмены операций на любое количество шагов, возможности ввода и редактирования любого количества дополнительных точек и других элементов чертежа на любом этапе конструирования и

градации. Очень полезен механизм автоматических привязок к характерным точкам лекальных кривых;

- *скорость*. Быстрая сменяемость моделей, расширение ассортиментной базы невозможны без мощного графического редактора и конструкторского модуля (не путать с «чертежными средствами для конструирования»). Современный конструкторский модуль должен обеспечивать изготовление комплекта лекал для самой сложной модели в течение 2-3 часов;

- *многодокументный интерфейс*. Современные системы позволяют открывать сразу несколько моделей при работе. Свободно и наглядно выделять и переносить из модели в модель любые элементы чертежа - будь то лекала или отдельные модельные линии. Без ограничения комбинировать новые модели на основе имеющихся;

- *работу с любым серийным оборудованием*. Свободный обмен данными с другими программами. Кроме всего прочего, это облегчит создание единой сети предприятия;

- *вывод на печать в любом масштабе* на любом этапе работы.

3. Открытость - один из основных критериев современной системы. Он означает, что сопровождать и наращивать систему могут не только разработчики, но и любые подготовленные специалисты [5].

1.3 Предпосылки теоретических исследований элементов САПР одежды

Применение систем автоматизированного проектирования невозможно без знания принципов, лежащих в их основе, позволяющих быстро освоить любую конкретную систему и эффективно ее использовать. Прилагаемые к системе автоматизированного проектирования (САПР) руководства пользователя предполагают знание специалистом соответствующей терминологии и теоретических принципов, знакомя его лишь с интерфейсом системы и синтаксисом ее языка. Поэтому необходимым представляются исследования, посвященные фундаментальным концепциям построения систем САПР. Несмотря на то, что в каждой прикладной области применения САПР имеются свои особенности, имеются также и общие для всех вопросы. [6]

Проектирование (от лат. *projectus* - брошенный вперед) - сложный комплексный процесс создания нового объекта (изделия, устройства, сооружения, системы и т.п.), предназначенного для выполнения заранее заданных функций с наибольшей экономичностью и эффективностью.

Существует огромное разнообразие проектируемых объектов. Традиционно теория и практика проектирования развивалась применительно к конкретным объектам, то есть как специализированное проектирование, в рамках которого сложились те или иные

методы принятия проектных решений. Причем если в области проектирования сложной техники, промышленного оборудования, систем и средств управления сложился развитый формализованный аппарат проектирования, то в сфере производства товаров народного потребления теория проектирования находится на стадии поиска инженерных методов [7].

Целью каждой проектно-конструкторской разработки является создание и выпуск изделий на уровне лучших мировых образцов. Достичь этой цели можно лишь путем применения комплекса наиболее эффективных технических решений. Для этого требуется синтезировать и проанализировать очень много вариантов решений, что по ряду причин затруднительно или невозможно без применения вычислительной техники.

Идея использования электронной вычислительной техники при решении задач проектирования возникла практически сразу после появления первых ЭВМ. Однако только в 1970-е гг. развитие ЭВМ и периферийных устройств, позволяющих наиболее полно использовать технические возможности ЭВМ, привели к появлению первых систем автоматизированного проектирования (САПР).

В наши дни наблюдается быстрое развитие САПР в таких отраслях, как авиастроение, автомобилестроение, тяжелое машиностроение, архитектура, строительство, нефтегазовая промышленность, картография, а также в производстве товаров народного потребления, например, швейных изделий. САПР используется для проведения конструкторских и технологических работ, в том числе работ по технологической подготовке производства. С помощью САПР выполняются разработка чертежей, производится трехмерное моделирование изделия [8].

Швейная промышленность не может быть поставлена в один ряд ни с металлургической, ни с деревообрабатывающей, ни, например, с производством пластмасс. По своей природе она обязана быстро и ровно реагировать на постоянно изменяющийся рынок.

За последние годы эта отрасль стала еще более комплексной. Массовое производство переместилось в страны с самой недорогой рабочей силой. Большинство быстросменяемых моделей производится в индустриально развитых странах во все более короткие сроки.

Производителям требуется быть еще быстрее, гибче и эффективнее. Их деятельность должна быть нацелена на ускоренное создание моделей за счет избавления от ненужных операций и интеграции процессов создания в производственный цикл [9].

Можно получить существенный выигрыш в производительности, только в том случае, если творческий персонал будет хорошо подготовлен к работе в САПР. При этом

для специалиста важно обладать не только практическими навыками в работе, но и иметь хорошую теоретическую подготовку в области автоматизированного проектирования. Теоретическая база знаний не может быть полной без детального представления о структуре САПР. Специалист-проектировщик в САПР обязан знать точное значение терминов, которыми он апеллирует, для полного взаимопонимания с коллегами. К сожалению, в настоящее время стираются границы между рядом терминов, и сложно разобраться в том, где заканчиваются границы одного компонента САПР и начинается другой уровень, а иногда возможно использование разных терминов к одному и тому же компоненту. Это свидетельствует о необходимости разграничения понятий в области автоматизированного проектирования.

Устранение сложившейся ситуации возможно только при уточнении некоторых аспектов в теоретических основах САПР, а в частности в САПР одежды (САПРО). Необходимо четко обозначить границы между понятиями. Однако создать теоретические основы САПРО путем лишь механического перенесения достижений в этой области других областей производства невозможно. Необходимо на основе комплекса исследований, анализа и структуризации информации из технических источников, а также детализации объекта исследования (терминов и определений в САПР), представить этот объект в виде системы знаний, которые позволят полностью раскрыть общее представление о САПР и ее составляющих.

1.4 Актуальность создания базы знаний «Теоретические основы САПРО»

Как известно, одной из высоких квалификаций в обществе является генерация знаний, в особенности новых знаний. В недалеком прошлом считалось, что это доступно только естественному интеллекту. Однако, в связи с созданием за последние десятилетия, технической и информационной среды существования искусственного интеллекта, проблема генерации новых знаний может решаться на автоматизированной базе [10 - 13].

Общеизвестно, настоящая ценность специалиста в области швейного производства выше, когда кроме знания основ профессиональной деятельности, практических навыков в работе, он владеет теоретическими знаниями в САПРО и имеет базу знаний в области автоматизированного проектирования.

В последние годы интенсифицировались работы, связанные с построением и применением интеллектуальных информационных систем, экспертных систем, систем, построенных на знаниях, инженерии знаний и т.д.

В разных сферах практической деятельности, связанных с решением задач управления и контроля, оптимизации и моделирования, поиска и выбора, распознавания и классификации и других сферах, остро встала необходимость интеллектуальной поддержки для преодоления трудностей в слабоформализованных ситуациях и при ограниченных ресурсах [10]. Все это способствует облегчению получения знаний в различных предметных областях, а в нашем случае, в области автоматизированного проектирования одежды.

В начале 60-х годов прошлого века велись горячие споры - может ли машина «мыслить», «творить» и т.д. прошедшие десятилетия вполне определенно дали положительный ответ. Системы искусственного интеллекта (ИИ) способны выполнять функции, ранее считавшиеся исключительно прерогативой естественного интеллекта.

Кроме роботехнических автоматов, наделенных ИИ и способных выполнять сложнейшие функции, получил развитие еще один класс систем ИИ, нашедший широкое распространение в последнее время, - это экспертные системы, или системы, позволяющие на базе современных компьютеров накапливать, обновлять и корректировать знания из различных предметных областей [10].

Экспертная система (ЭС) включает следующие компоненты:

- решатель (интерпретатор);
- рабочая память, также называется базой данных;
- база знаний (БЗ);
- компоненты приобретения знаний;
- объяснительный и диалоговый компоненты.

Таким образом, для того, чтобы сделать доступнее получение теоретических знаний в области автоматизированного проектирования одежды, уменьшить время поиска специалистами информации о теории автоматизированных систем, необходимо создать базу знаний, которая будет содержать все теоретические аспекты в этой области, давать полное представление о структуре САПР, о функциях составляющих элементов САПР. Одним из возможных путей решения данной проблемы является интеграция исследований в базу знаний под общим названием «Теоретические основы САПРО».

БЗ «Теоретические основы САПРО» должна раскрывать следующие аспекты автоматизированного проектирования:

- принципы создания и история развития САПР;
- термины и определения автоматизированного проектирования;
- структура САПРО.

Выводы к главе 1

1. Существующие автоматизированные системы смешивают понятия элементов структуры САПР, что в конечном итоге приводит к стиранию границ между терминами. Существует необходимость четкого разграничения определений из области САПРО.

2. Основными критериями оценки систем автоматизированного проектирования являются: степень автоматизации, надежность, доступность, открытость, высокая точность и гибкость работы.

3. Разграничение понятий из области САПРО, а также детализация объекта исследований (терминов и определений САПР) осуществляется за счет представления теоретических основ САПРО в виде системы знаний.

4. Создание базы знаний в области САПРО позволит сделать доступнее получение теоретических знаний в области автоматизированного проектирования одежды, уменьшить время поиска специалистами информации о теории автоматизированных систем.

2 Исследования теоретических основ САПР

2.1 Структура САПР. Функции составляющих элементов САПР

Структурную схему САПР можно представить в виде функциональной и обеспечивающей частей [8]. Структурная схема САПР представлена на рисунке 1.

Функциональная часть САПР на схеме представлена в виде набора подсистем, удовлетворяющих поставленным целям проектирования: технологической подготовки производства, моделирования, информационного поиска, инженерных расчетов, управления САПР, испытаний, изготовления, машинной графики. Подсистемы являются основными структурными звеньями САПР и различаются по назначению и по отношению к объекту проектирования [8].

Каждая из составляющих САПР подсистем может быть определена как комплекс программных средств, предназначенных для выполнения определенного этапа процесса проектирования.

Представленный в схеме перечень подсистем применителен для большинства САПР, но в швейной промышленности принято выделять другой ряд подсистем.

САПРО представляется следующими подсистемами:

- подсистема «Художник»;
- подсистема «Конструирование и моделирование»;
- подсистема информационного поиска или «База данных»;
- подсистема «Построение лекал»;
- подсистема «Градация лекал»;
- подсистема «Конфекционирование»;
- подсистема «Раскладка»;
- подсистема «Технология»;
- подсистема «Учет»;
- подсистема «Планирование»;
- подсистема «Управление предприятием»;
- подсистема «Управление качеством».

Каждая подсистема осуществляет свои функции и задачи:

Подсистема «Художник»:

- создание эскизов и рисунков моделей;
- формирование цветовых решений;
- организация компьютерного каталога изделий.

Подсистема «Конструирование и моделирование»:

- построение базовых и модельных конструкций изделий по любой методике;
- построение лекал нужных размеров, ростов и полнот;
- перестройка лекал на конкретные фигуры с автоматическим контролем и корректировкой сопряжения деталей в каждом размере;
- создание табеля мер;
- проектирование изделий в трехмерном пространстве.

Подсистема «База данных»:

- хранит информацию о лекалах, моделях и раскладках и необходимую алфавитно-цифровую информацию;
- выдает указанную информацию другим подсистемам и пользователям.

Подсистема «Построение лекал»:

- построение припусков на швы;
- оформление углов лекал в соответствии с технологической обработкой;
- создание производных и вспомогательных лекал на базе основных;
- маркировка лекал (создания надписей);
- задание нити основы;
- комплектация лекал;
- автоматическое формирование документации на изделие (спецификации, табеля мер).

Подсистема «Градация лекал»:

- создание и хранение в базе данных таблиц размеров;
- техническое размножение лекал по размерам, ростам и полнотам;
- расчет промежуточных точек градации;
- перерасчет приращений в точках при моделировании;
- копирование правил градации с одной модели на другую.

Подсистема «Конфекционирование»:

- разработка требований к материалам для изготовления данного изделия;
- разработка требований к материалам, необходимым для приобретения;
- разработка требований к материалам, производимым по заказам предприятия;

- выбор конкретных материалов из имеющихся на предприятии;
- разработка конфекционной карты (выбор пакета материалов).



Рисунок 1 - Структурная схема САПР

Подсистема «Раскладка»:

- проектирование раскладок в ручном, автоматическом и полуавтоматическом режимах с учетом рисунка материала, способа настиления и технологических требований;
- зарисовка раскладки в натуральную величину и раскрой на АРУ.

Подсистема «Технология»:

- создание и ведение баз данных оборудования, специальностей, тарифных ставок, неделимых и организационных операций;
- составление технологических последовательностей, схем разделения труда;
- расчета времени и стоимости изготовления.

Подсистема «Учет»:

- учет основных и вспомогательных материалов, фурнитуры, выполненных работ и готовой продукции.

Подсистема «Планирование»:

- планирование ассортимента коллекций;
- задание плана выпуска изделий;
- определение степени готовности моделей к запуску в производство;
- оперативный расчет производственных затрат, себестоимости и отпускной цены, потребности в материалах;
- планирование отгрузки и оплаты;
- передача данных в программу 1С Бухгалтерия.

Подсистема «Управление предприятием»:

- обеспечение руководителя оперативной информацией о динамике производства и реализации любого изделия за любой период;
- расчет производственных показателей формирования оптимального плана.

Подсистема «Управление качеством»:

- контроль качества изготавливаемых изделий;
- учет материалов на складе, а также контроль над правильностью их хранения.

Каждая подсистема САПР может быть структурирована путем разбиения на взаимосвязанные компоненты. Взаимодействие подсистем осуществляется с помощью связей между их компонентами. Таким образом, как отдельные подсистемы, так и САПР в целом можно рассматривать как системы взаимосвязанных компонентов. Компоненты группируют по следующим видам обеспечений функционирования САПР и их подсистем: методического, лингвистического, математического, программного, технического, информационного и организационного [8, 14 - 16].

Техническое обеспечение САПР представляет собой совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих технических средств, включающих ЭВМ и работающие под ее управлением внешние устройства, предназначенных для автоматизированного проектирования. Техническое обеспечение делится на группы средств программной обработки данных (процессоры и запоминающие устройства, в которых реализуются преобразования данных и программное управление вычислениями), подготовки, ввода и отображения данных, вывода, хранения и передачи данных [8, с.15].

Математическое обеспечение САПР - математические модели объектов проектирования, а также методы и алгоритмы проектирования. Компоненты математического обеспечения значительно влияют не только на программно-технические средства их реализации, но и на качество и эффективность проектирования в САПР [14].

Программное обеспечение САПР представляет собой описание алгоритмов проектирования, использованных в данной САПР, а также документы с исходными текстами программ, программы на машинных носителях и эксплуатационные документы.

Информационное обеспечение САПР объединяет различные данные, необходимые для выполнения автоматизированного проектирования, которые могут быть представлены в виде документов на различных носителях, содержащих сведения справочного характера о материалах, типовых проектных решениях, сведения о состоянии текущих разработок в виде проектных решений, параметров проектируемых изделий и т.п.

Лингвистическое обеспечение САПР представлено совокупностью языков, применяемых для описания процедур автоматизированного проектирования и проектных решений, а также языками программирования.

Методическое обеспечение САПР составляют документы, содержащие правила проектирования в данной системе [14].

Организационное обеспечение САПР включает в себя положения, инструкции, приказы, штатные расписания, квалификационные требования и другие документы,

регламентирующие организационную структуру подразделений и проектной организации в целом, взаимные отношения пользователей САПР и их взаимодействие со средствами автоматизации [8, 14].

Каждый элемент САПР выполняет свои функции в общей функциональной структуре САПР.

Функции САПР:

- совершенствование технологической подготовки производства, обеспечивающей высокое качество и эффективность проектных решений;
- выполнение проектных работ с применением компьютерной техники, позволяющей создавать конструкторскую и технологическую документацию;
- решение профессиональных задач, помогающих специалисту справиться с огромным объемом информации, систематизировано хранить, быстро находить, обрабатывать и многократно использовать наработанные данные, а также создавать на их основе новые информационные массивы;
- обеспечение совместной работы группы проектировщиков и группы специалистов по программированию и ЭВМ.

Функции проектирующей подсистемы:

- выполнение задач, в функциональном отношении тесно связанных между собой и в то же время образующих некоторые автономные части системы. К ним относятся задачи определенного этапа проектирования: инженерных расчетов, конструирования, создания проектной документации, технологической подготовки производства и др.;
- выполнение самостоятельного этапа проектирования в законченной форме, т.е. с выдачей соответствующей документации;
- обеспечивает ввод, хранение, обработку и вывод графической информации в виде инженерных документов.

Функции базы данных:

- обеспечение информацией как автоматизированных, так и ручных процессов проектирования;
- обеспечение быстрого и удобного поиска любых данных по запросу или их перемещения и корректировки;
- хранение информации, создание массивов данных, их обновление и получение справок.

Функции автоматизированного рабочего места:

- автоматизации профессионального труда специалиста;
- решение отдельных проектных задач, не требующих высокой производительности и большого объема оперативной памяти и связанных в основном с редактированием графической и текстовой информации и ее документированием;
- организация эффективного общения пользователя САПР с комплексом технических средств;
- обеспечение проектировщика оперативным и легким доступом к ЭВМ, помогающим реализации этапов проектирования в рамках диалоговых режимов работы, позволяющих обмениваться с ЭВМ информацией в графической форме.

2.2 Определение связей между элементами САПР. Логическая структура САПР

Для полноты представления функционирования САПР определим связи между элементами структуры САПР. САПР - это сложная система, которая может рассматриваться на различных уровнях детализации. Наиболее укрупненными элементами САПР являются подсистемы, которые, как уже отмечалось выше, выделяются по функциональному признаку. Каждая подсистема решает в законченной форме достаточно самостоятельную группу задач автоматизированного проектирования. Представление САПР в виде взаимосвязанных функциональных подсистем соответствует верхнему (наиболее общему) уровню детализации, с которого начинается изучение сложных систем [14, 15]. Типовая структурная схема функционирования и взаимосвязи элементов САПР на этом уровне приведена на рисунке 2.

Взаимодействие пользователя с программно-техническими средствами САПР осуществляется с автоматизированного рабочего места с помощью устройств ввода и вывода информации. Для ввода используются печатающие устройства, сканеры, плоттеры, алфавитно-цифровые и графические дисплеи и др. Вывод информации в зависимости от требуемой формы (алфавитно-цифровой; текстовой или графической) производится посредством печатающих устройств, графопостроителей, дигитайзеров и дисплеев. Для хранения или последующего использования информации в других автоматизированных системах вывод информации возможен также на магнитные носители.

Для описания информации, вводимой в САПР, используются языки программирования и входные языки. Для описания информации, выводимой из САПР, не требуются специальные языки. Формы представления выходной информации определяются устройствами вывода и соответствуют формам проектной документации.

По содержанию выходная информация определяется не только проектными данными, но и промежуточными сообщениями, необходимыми для управления процессом проектирования со стороны проектировщика. Благодаря промежуточным сообщениям в САПР организуется двусторонний обмен информацией (диалог) между проектировщиком и ЭВМ, который необходим для оперативной реализации процесса проектирования [14].

Таким образом, в соответствии с рисунком 2, функции преобразования входной и выходной информации осуществляются программным путем и выделены в отдельные подсистемы.

Центральное место в функционировании САПР занимает управляющая подсистема. Функции управления в САПР достаточно разнообразны: взаимодействие всех подсистем; ввод и вывод информации; заданный процесс проектирования; диалоговый режим проектирования; работа программных и технических средств и т.п [16].

Процесс проектирования в САПР, то есть непосредственное решение проектных задач, выполняется, как известно, с помощью проектирующих подсистем. Функционирование проектирующих подсистем поддерживается обслуживающими подсистемами. Каждая проектирующая подсистема имеет почти те же функции, что и САПР в целом, но при этом применительно только к узкому кругу задач. Как уже отмечалось выше, проектирующая подсистема выполняет самостоятельный этап проектирования в законченной форме, то есть с выдачей соответствующей документации.

Каждая проектирующая подсистема оперирует определенными входными и выходными информационными массивами. При взаимодействии подсистем в процессе проектирования входная информация одной подсистемы частично используется в качестве входной информации для других подсистем. Для передачи информации от одной подсистемы непосредственно к другой необходимо, чтобы все информационные массивы имели одинаковую структуру [14, 16]. Поэтому проблема информационной согласованности проектирующих подсистем в САПР решается наличием в структуре базы данных и базы знаний. Наличие этих двух баз существенно облегчает формирование и ввод входной информации, а также принятие решений в ходе процесса проектирования.

Итак, на рисунке 2 четко выделены связи между элементами структуры САПР. Взаимодействие подсистем в САПР осуществляется с помощью связей между ними. Таким образом, как отдельные подсистемы, так и САПР в целом можно рассматривать как системы взаимосвязанных компонентов, число которых зависит от конкретной структуры и вида САПР.

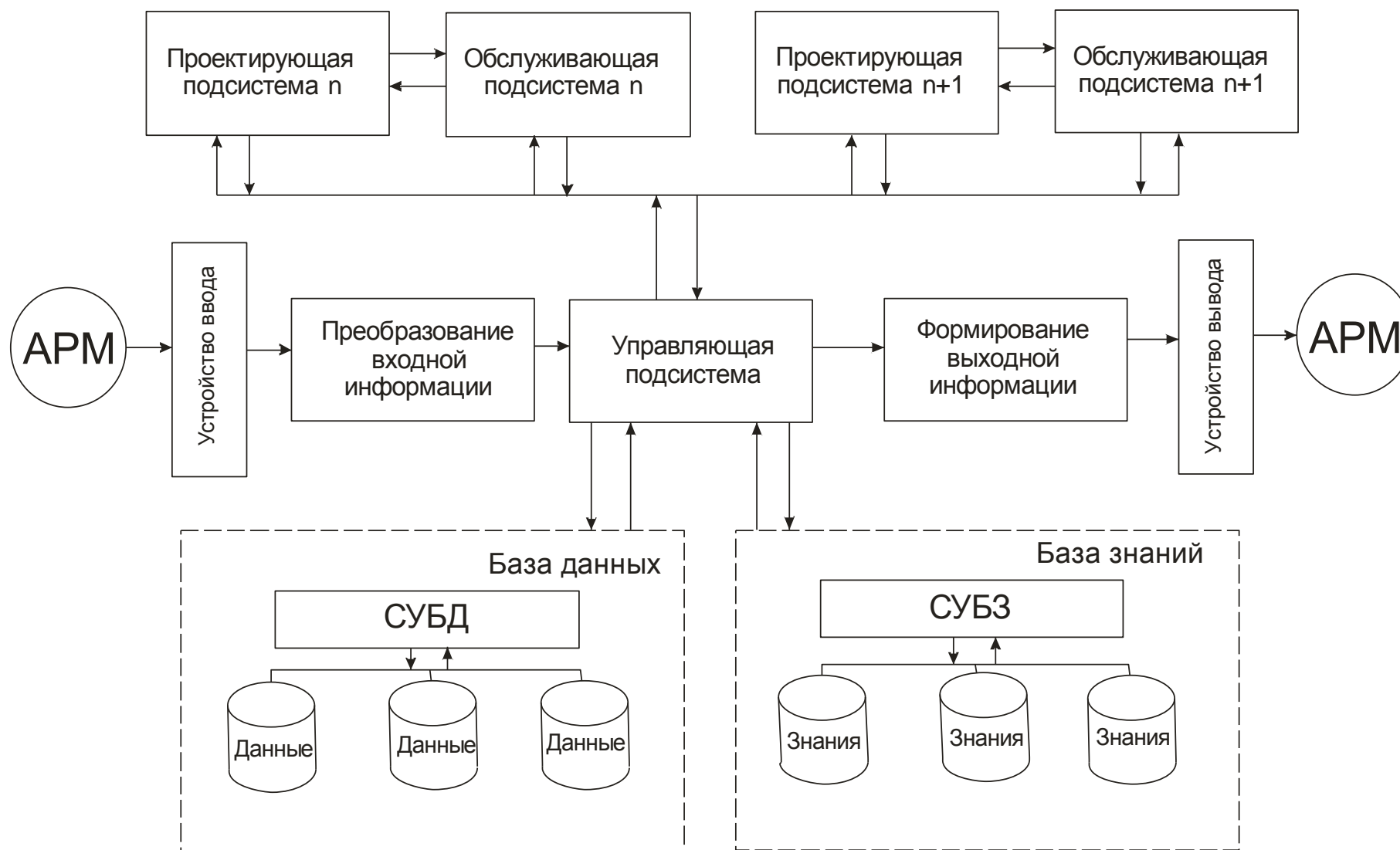


Рисунок 2 - Логическая структура САПР

2.3 Исследования теоретических основ САПР различных отраслей производства

В последнее время при рассмотрении проблем САПР много внимания уделяется вопросам параметризации, улучшения качественных характеристик САПР, но практически не обсуждаются вопросы, связанные с теоретическими аспектами САПР, которые являются неотъемлемой частью процесса автоматизации производства.

Система автоматизированного проектирования (САПР, в англоязычном написании CAD System - Computer Aided Design System) - это система, реализующая проектирование, при котором все проектные решения или их часть получают путем взаимодействия человека и ЭВМ.

В настоящий момент существует несколько классификационных подгрупп, из них три основных: машиностроительные САПР (MCAD - Mechanical Computer Aided Design), архитектурно-строительные САПР (CAD/AEC - Architectural, Engineering, and Construction), САПР печатных плат (ECAD - Electronic CAD/EDA - Electronic Design Automation). Наиболее развитым среди них является рынок MCAD, по сравнению с которым секторы ECAD и CAD/AEC довольно статичны и развиваются слабо [17].

Рассмотрим теоретические основы автоматизированного проектирования в различных областях производства.

2.3.1 Цитатник определений понятия САПР

По результатам исследований технической литературы, государственных стандартов, а также электронных ресурсов был отобран ряд определений понятия «система автоматизированного проектирования». Обзор определений приведен в следующем цитатнике:

САПР - это:

- комплекс технических средств и программного обеспечения, предназначенный для автоматизированного проектирования технических объектов с участием человека [8];
- организационно-техническая (человеко-машинная) система, которая создается с целью взаимодействия проектировщиков и программно-технических средств в процессе проектирования. Взаимодействие осуществляется коллективно, т.е. САПР обеспечивает совместную работу группы проектировщиков и группы специалистов по программированию и ЭВМ. Проектировщики занимаются передачей, обработкой и оформлением проектной информации на различных стадиях

проектирования, а в функции программистов и компьютерщиков входит непосредственно создание и развитие САПР [14, с.16];

- система, предназначенная для выполнения проектных работ с применением компьютерной техники, позволяющая создавать конструкторскую и технологическую документацию [18];
- системный подход к процессу проектирования, который заключается в том, что многочисленные и весьма разнообразные по своему содержанию элементы процесса объединяются в своеобразную автоматизированную линию со строго регламентированной технологией, в ее основе лежит использование ЭВМ [19, с.355];
- комплекс средств вычислительной техники для автоматизации проектирования, взаимосвязанных с необходимыми подразделениями проектной организации или коллективом специалистов - пользователей системы, выполняющих автоматизированное проектирование [19, с. 356];
- комплекс средств автоматизации проектирования, взаимосвязанных с проектными организациями (пользователями системы). САПР включает технические средства, математическое и программное обеспечение, информационное обеспечение, лингвистическое обеспечение (специальные языки, проблемно-ориентированные) [20, с.93];
- организационно-техническая система, представляющая собой комплекс средств автоматизированного проектирования, взаимосвязанный с подразделениями проектной организации и выполняющий автоматизированное проектирование [21, с.4];
- сложная программно-информационно-аппаратурная человеко-машинная система, построенная по иерархическому принципу, так что каждый уровень иерархии отражает определенный уровень проектирования - структурный, функциональный и т.д. [22, с. 22];
- некоторый комплекс алгоритмов с диспетчером, реализованный в виде множества программ, объединенных в пакеты, библиотеки или модули, и автоматизированных

рабочих мест, включающих необходимое для выпуска конструкторской документации оборудование [23, с. 11];

- комплекс средств автоматизации проектирования, взаимосвязанных с необходимыми подразделениями проектной организации или коллективом специалистов(пользователей системы), выполняющий проектирование [24, с.76];
- коллектив проектировщиков, объединенных в рамках одной предметной области единой проектной задачей, общим и однородным организационным, методическим, программным и информационным обеспечением на основе определенных технических средств [25].

2.3.2 Цитатник определений понятия «подсистема»

По результатам исследований технической литературы, а также электронных ресурсов был собран ряд определений понятия «подсистема». Обзор определений приведен в следующем цитатнике:

Подсистема - это:

- это набор объектов и подсистем, обеспечивающих некоторую функциональность, и взаимодействующих между собой в соответствии с их интерфейсами [11, с. 115];
- подсистема, отвечающая за информационное и техническое обеспечение системы, за выполнение работ на различных этапах проектирования [18];
- составная структурная часть САПР, жестко связанная с организационной структурой проектной организации; в подсистемах при помощи специализированных комплексов средств решается функционально законченная последовательность задач САПР. По назначению подразделяются на проектирующие и обслуживающие [19, с.355];
- составная структурная часть САПР, обладающая всеми свойствами систем и создаваемая как самостоятельная система [21, с.10];
- выделяемая часть системы, с помощью которой можно получить законченные результаты [24, с.78];
- ориентированны на решение задач определенного этапа проектирования: инженерных расчетов, конструирования, создания проектной документации, технологической подготовки производства и др. Система обеспечивает ввод,

хранение, обработку и вывод графической информации в виде инженерных документов [25];

- выделенная по некоторым признакам часть САПР, обеспечивающая получение законченных проектных решений и соответствующих проектных документов. Каждая подсистема состоит из набора задач, в функциональном отношении тесно связанных между собой и в то же время образующих некоторые автономные части системы. Существуют проектирующие и обслуживающие подсистемы. [26, с. 384]
- выделенные по некоторым принципам составные части, обеспечивающие получение законченных проектных решений и соответствующих проектных документов [27, с. 15];
- отдельные единицы, основные функции которых — автоматизация отдельных участков наиболее трудоемких процессов проектирования, т. е. ввода и вывода информации, изготовления документации и т. д. [28];
- сложные комплексы проектирования, направленные на автоматизацию проектирования отдельных узлов сложных изделий [29].

2.3.3 Цитатник определений понятия «проектирующая подсистема»

По результатам исследований технической литературы, а также электронных ресурсов был собран ряд определений понятия «проектирующая подсистема». Обзор определений приведен в следующем цитатнике:

Проектирующая подсистема - это:

- имеет те же функции, что и САПР в целом, но применительно к более узкому кругу задач. Она выполняет самостоятельный этап проектирования в законченной форме, т.е. с выдачей соответствующей документации [14, с.24];
- подсистема, имеющая объектную ориентацию и реализующая определенный этап проектирования [19, с.355];
- подсистема, выполняющая проектные процедуры и операции [21, с.10];
- в зависимости от отношения к объекту проектирования проектирующие подсистемы делятся на объектно-ориентированные (объектные) и объектно-независимые (инвариантные). В объектных подсистемах выполняются процедуры и операции, непосредственно связанные с конкретным типом объектов

- проектирования; в инвариантных подсистемах - унифицированные процедуры и операции, имеющие смысл для многих типов объектов проектирования [21, с.11];
- в зависимости от степени специализации по типам объектов различают проектирующие подсистемы объектно-ориентированные (объектные) и объектно-независимые (инвариантные): объектная - осуществляет проектирование некоторого объекта (класса объектов) на определенной стадии проектирования; инвариантная - выполняет функции управления и обработки информации, не зависящие от особенностей проектируемого объекта [26, с. 384];
 - подсистема, предназначенная для решения задач отдельных этапов либо уровней [27, с. 15];
 - объектные (объектно-ориентированные) подсистемы осуществляют непосредственное проектирование; инвариантные (объектно-независимые) подсистемы выполняют функции управления и обработки информации, не зависящие от объекта проектирования [30, с. 20].

2.3.4 Цитатник определений понятия «обслуживающая подсистема»

По результатам исследований технической литературы, а также электронных ресурсов был собран ряд определений понятия «обслуживающая подсистема». Обзор определений приведен в следующем цитатнике:

Обслуживающая подсистема - это:

- подсистема, имеющая общесистемное применение и обеспечивающая поддержку функционирования проектирующих подсистем, а также оформление, передачу и вывод полученных в них результатов [19, с.355];
- подсистема, предназначенная для поддержания работоспособности проектирующей подсистемы [21, с.10];
- подсистема, выполняющая те или иные вспомогательные функции [26, с. 385];
- подсистема, выполняющая вспомогательные функции [27, с. 15];
- подсистемы, обеспечивающие функционирование проектирующих подсистем, их совокупность часто называют системной средой (или оболочкой) САПР. Типичными обслуживающими подсистемами являются подсистемы управления проектными данными, подсистемы разработки и сопровождения программного

обеспечения *CASE* (Computer Aided Software Engineering), обучающие подсистемы для освоения пользователями технологий, реализованных в САПР [31].

2.3.5 Цитатник определений понятия «база данных»

По результатам исследований технической литературы, а также электронных ресурсов был собран ряд определений понятия «база данных». Обзор определений приведен в следующем цитатнике:

База данных (БД) - это:

- совокупность связанных данных, организованных по определенным правилам, предусматривающим общие принципы описания, хранения и манипулирования, независимая от прикладных программ. БД является информационной моделью предметной области [18];
- структурированная совокупность связанных данных конкретной предметной области разнообразного назначения, в которой отражается состояние объектов, их свойства и взаимоотношения. [20, с.142];
- совокупность файлов, отображающая состояние объектов и их отношений в условиях САПР, совокупность файлов специально организованная и обрабатываемая с целью создания массивов данных, их обновление и получение справок. [20, с.145];
- совокупность взаимосвязанных и хранящихся в удобном для использования виде данных. [20, с.153];
- совокупность массивов данных, организованных таким образом, чтобы обеспечить быстрый и удобный поиск любых данных по запросу или их перемещение и корректировку [22, с. 35];
- структурированная совокупность связанных данных конкретной предметной области разнообразного назначения, в которой отражается состояние объектов, их свойства и взаимоотношения [27, с. 191];
- идентифицированная совокупность взаимосвязанных данных, предназначенных для многоцелевого использования при решении следующих задач: проектирование технологических процессов, проектирование технологического оснащения, описание объектов производства, генерирование описаний, документирование текстовой и графической информации, пространственное представление [31, с. 86];

- именованная совокупность данных, отражающая состояние объектов и их отношений в рассматриваемой предметной области [32];
- любая информация, в которой имеются связанные по определенному признаку элементы, хранимые и организованные особым образом - как правило, в виде таблиц [33];
- это некоторое подобие электронной картотеки, электронного хранилища данных, которое хранится в компьютере в виде одного или нескольких файлов [33];
- электронные хранилища информации, доступ к которым осуществляется при помощи одного или нескольких компьютеров [34];
- объективную форму представления и организации совокупности данных (например, статей, расчетов), систематизированных таким образом, чтобы эти данные могли быть найдены и обработаны с помощью ЭВМ [35];
- совокупность данных, расположенных в файле, используемом программами, которые могут копировать или изменять данные, но при этом пользователи не изменяют метод, при помощи которого эти данные записаны [35];
- это совокупность взаимосвязанных данных при такой минимальной избыточности, которая допускает их использование оптимальным образом для одного или нескольких приложений в определенной предметной области человеческой деятельности [36, с.7];
- именованная совокупность данных, отражающая состояние объектов и их отношений и рассматриваемой предметной области [37];
- совокупность массивов данных, организованных таким образом, чтобы обеспечить быстрый и удобный поиск любых данных по запросу, или их перемещение и изменение [38].

2.3.6 Цитатник определений понятия «автоматизированное рабочее место»

По результатам исследований технической литературы, а также электронных ресурсов был собран ряд определений понятия «автоматизированное рабочее место». Обзор определений приведен в следующем цитатнике:

Автоматизированное рабочее место (АРМ) - это:

- индивидуальный комплекс технических и программных средств, предназначенный для автоматизации профессионального труда специалиста. [18];

- место для решения сложных проектных задач в автономном режиме (для трех- и двухмерного представления объектов проектирования), инвариантные к различным видам объектов проектирования и для решения типовых инженерных конструкторских и технологических задач [20, с.93];
- предназначены для решения сравнительно несложных задач и организации эффективного общения пользователя САПР с комплексом технических средств. включает в свой состав мини-ЭВМ и (или) микро-ЭВМ, графические и символьные дисплеи, координатосъемщики, устройства символьного и графического документирования и другое с соответствующим базовым и прикладным программным обеспечением [21, с.11];
- комплекс технических средств, обеспечивающий проектировщику оперативный и легкий доступ к ЭВМ, помогающий реализации интеграционных циклов проектирования в рамках диалоговых режимов работы, позволяющий обмениваться с ЭВМ информацией в графической форме [21, с.49];
- рабочее место, которое используется для решения отдельных проектных задач, не требующих высокой производительности и большого объема оперативной памяти и связанных в основном с редактированием графической и текстовой информации и ее документированием [21, с.50];
- комплекс для организации диалога между ЭВМ и проектировщиком с широким использованием графической информации. В состав АРМ обычно входят мини-ЭВМ, алфавитно-цифровой или графический дисплей, устройство графического ввода и чертежный автомат [22, с. 51];
- диалоговый графический комплекс проектирования, предназначенный для автоматизации операций по подготовке, преобразованию и редактированию текстовой и графической информации, решения конструкторских задач [23, с. 251];
- индивидуальный комплекс технических и программных средств, предназначенный для автоматизации профессионального труда специалиста и обеспечивающий подготовку, редактирование, поиск и выдачу на экран и печать необходимых ему документов и данных; АРМ обеспечивает оператора всеми средствами, необходимыми для выполнения определенных функций [24];
- рабочее место оператора, диспетчера, конструктора, технолога и др., оснащенное средствами вычислительной техники для автоматизации процессов переработки и

отображения информации, необходимой для выполнения производственного задания [24];

- используемый проектировщиком комплекс технических средств на основе компьютера, оснащенного внешними устройствами и проблемно-ориентированным программным обеспечением[25];
- ориентированы на решение задач по подготовке, преобразованию и редактированию текстовой и графической информации, получению документации на машинных носителях, решению схмотехнических и конструкторских задач в автономном режиме [27, с. 28];
- проблемно-ориентированный вычислительный комплекс, который представляет собой набор программно-управляемых устройств, объединенных производительной ЭВМ с развитой системой общего и специального программного обеспечения [27, с. 128];
- совокупность технических и программных средств, позволяющих управленческим, инженерно-техническим работникам и служащим разных уровней на основе достоверной, своевременной, проблемно-ориентированной по отбору, полноте, достаточности и доступности к восприятию информации формулировать управленческие, плановые, проектно-конструкторские, экспертные, обучающие и другие решения [39, с.3];
- профессионально-ориентированные малые вычислительные системы, расположенные непосредственно на рабочих местах специалистов и предназначенные для автоматизации их работ [39, с.5].

2.4 Искусственный интеллект как решение проблемы формализации знаний. Общая характеристика и структура экспертных систем и базы знаний

Искусственный интеллект (ИИ) как научное направление, связанное с попытками формализовать мышление человека, имеет длительную историю. Еще Платон, Аристотель, Р. Декарт, Г.В. Лейбниц, Дж. Буль и многие другие исследователи на уровне современных им знаний стремились описать мышление как совокупность некоторых элементарных операций, правил и процедур.

Первые шаги в области исследований ИИ были направлены на изучение и осмысление процессов, протекающих в сложных, прежде всего живых системах, включая мыслящие.

Одной из ключевых проблем создания ИИ является проблема представления и использования знаний. Ее разработка осуществляется различными направлениями ИИ [11].

В области ИИ понятие о знаниях сформировалось в ходе исследований по созданию принципов и техники работы с большими объемами данных и по построению баз данных (БД). Эффективность БД во многом зависит от того, каким именно способом организовываются, структурируются данные в памяти ЭВМ. До недавнего времени основную роль в этом играли формальные характеристики данных: принадлежность их некоторой табличной форме, вхождение в одну тематическую группу и т.д. Однако эффективность БД может быть существенно повышена, если связывать хранящуюся информацию не за счет форм тех или иных документов (таблиц, списков), а за счет тех отношений, которые существуют между фактами в предметной области. И отношения эти должны быть не случайными, ситуативными, а отражать существенные связи объекта, его природу, то есть возникла необходимость отображения в БД знаний об объекте. Такие БД стали называть интеллектуальными базами данных или базами (системами) знаний [10, 11].

2.4.1 Определение понятия «база знаний»

Тенденция к интеллектуализации ЭВМ послужила причиной возникновения информационных семантических моделей БД или систем. Специфической особенностью их функционирования является семантическая переработка семантической информации, что обеспечивает естественный переход от баз данных к базам знаний (БЗ). БЗ, являясь логическим продолжением БД, поддерживают и моделируют некоторые элементы интеллектуальной деятельности человека, БД являются компонентом БЗ и образуют определенный уровень представления знаний [19, с.360].

Большинство технической литературы не затрагивают тему существования баз знаний. Но ряд источников [10 – 13, 15, 19] все-таки касаются проблемы создания баз знаний.

Итак, база знаний - семантическая модель, описывающая предметную область и позволяющая отвечать на такие вопросы из этой предметной области, ответы на которые в

явном виде не присутствуют в базе данных. База знаний является основным компонентом интеллектуальных и экспертных систем.

Знанием является проверенный практикой результат познания действительности. Иначе говоря, знание - это накопленные человечеством истины, факты, принципы и прочие объекты познания. Поэтому в отличие от базы данных в базе знаний располагаются познаваемые сведения, содержащиеся в документах, книгах, статьях, отчетах. В базе знаний в соответствии с принятой в ней методологией классификации располагаются объекты познания, образующие совокупность знаний. В любом объекте представляется набор элементов знаний. Элементы знаний благодаря концептуальным связям, предоставляемым гиперсредой, объединяются, образуя базу знаний.

Базы знаний широко используются не только для получения пользователями тех или иных знаний. Они также применяются и при решении задач искусственного интеллекта. Так, в рамках экспертных систем используются два важных класса баз. Под экспертной системой понимается сложный программный комплекс, аккумулирующий в формальном виде знания специалистов в конкретных предметных областях [10]. Знания в экспертной системе организованы таким образом, чтобы знания о предметной области отделить от других типов знаний системы, таких, как общие знания о том, как решать задачи проектирования и др. В этом случае выделенные знания о предметной области будут являться базой знаний, тогда как общие знания о нахождении решений задач называются механизмом вывода [11]. Статическая база знаний содержит сведения, отражающие специфику конкретной области и остающиеся неизменными в ходе решения задачи. Динамическая база знаний используется для хранения данных, существенных для решения конкретной задачи и меняющихся в процессе этого решения (например, во время проведения лабораторных исследований). Каждая база знаний включает набор сведений, правил и механизм логического вывода. Ее функционирование определяет "система управления базой знаний" [40]

БЗ содержит факты и правила (или другие представления знаний), использующие эти факты как основу для принятия решений. Механизм ввода содержит интерпретатор, определяющий, каким образом применять правила для вывода новых знаний, и диспетчер, устанавливающий порядок применения этих правил [11]. Такая структура БЗ представлена на рисунке 3.

Так в чем же принципиальное отличие БЗ и БД? Главным и основным отличием этих двух баз является то, что в БД вся информация хранится в виде таблиц, в БЗ же

наоборот имеет место смысловое описание информации. Вся информация структурирована. [41]

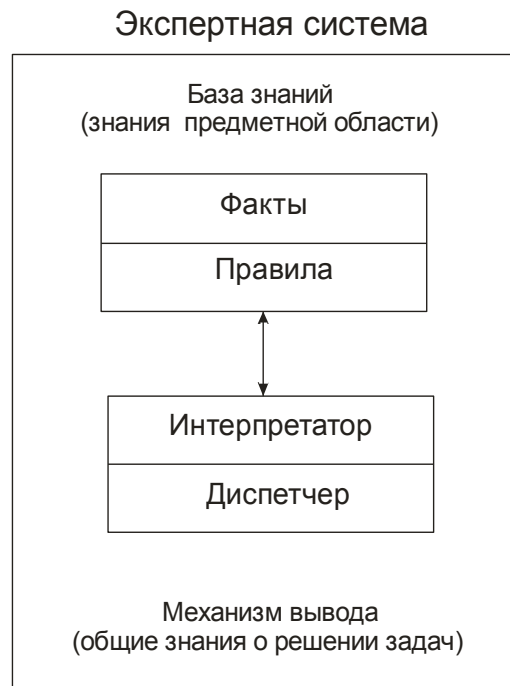


Рисунок 3 - Структурная схема базы знаний

При формировании БЗ соответствующей отрасли, она последовательно заполняется базовыми категориями, производными категориями, образуя при этом понятийный уровень; алгоритмами, технологиями, принципами, конструкциями, образуя синтаксический уровень, и, наконец, характеристиками модельных преобразований, проектами машин и систем, образуя при этом семантический уровень знаний. Такое параллельное формирование БЗ и включение ее в САПР позволяют последовательно наращивать интеллектуальность САПР. [15]

На основе вышеизложенного базу знаний можно определить следующим образом:

База знаний - это семантическая модель, содержащая в себе организованную совокупность знаний, которая поддерживает и моделирует некоторые элементы интеллектуальной деятельности человека.

2.4.2 Общая характеристика и структура экспертных систем

Для того чтобы перейти к разработке структуры БЗ, необходимо четко знать механизм работы ЭС, в которую непосредственно входит БЗ, виды ЭС и типы решаемых ими задач.

Экспертная система - наиболее известный и распространенный вид интеллектуальных систем [10 – 12].

Первая особенность ЭС состоит в том, что они предназначены для пользователей, сфера деятельности которых далека от искусственного интеллекта, программирования, математики, логики. Для таких пользователей ЭС выступает как некая система, помогающая им в повседневной работе.

Что дают пользователю экспертные системы? Во многих видах человеческой деятельности используемые знания далеко не всегда могут быть четко формализованы. Точнее, наряду со знаниями как бы отделенными, отобранными у специалистов (они зафиксированы в учебниках, инструкциях, нормативной литературе и т.п.), существуют так называемые навыки и умения, овладеть которыми можно только работая вместе с теми, кто уже овладел ими. Профессионал высокого уровня: инженер, технолог, конструктор и т.д. - отличается от новичка, овладевшего знаниями в объеме учебных программ института или университета, именно этими навыками и умениями. И повышение их профессионального мастерства - огромная социальная задача [11]. Чтобы ее решить, надо облегчить доступ для молодых специалистов к ряду знаний, получение которых затруднено из-за избытка неформализованной информации, которую необходимо структурировать и представить в виде базы знаний. В этом и заключается вторая особенность ЭС. Само название этих систем указывает на то, что они должны хранить в себе знания профессионалов-экспертов в некоторой предметной области. И не просто хранить, но и передавать их тем, у кого таких знаний нет.

Типичная ЭС состоит из следующих основных компонентов: решателя (интерпретатора), рабочей памяти (РП), называемой также базой данных (БД), базы знаний (БЗ), компонентов приобретения знаний, объяснительного и диалогового компонентов [10, 11]. Типовая структура ЭС представлена на рисунке 4.

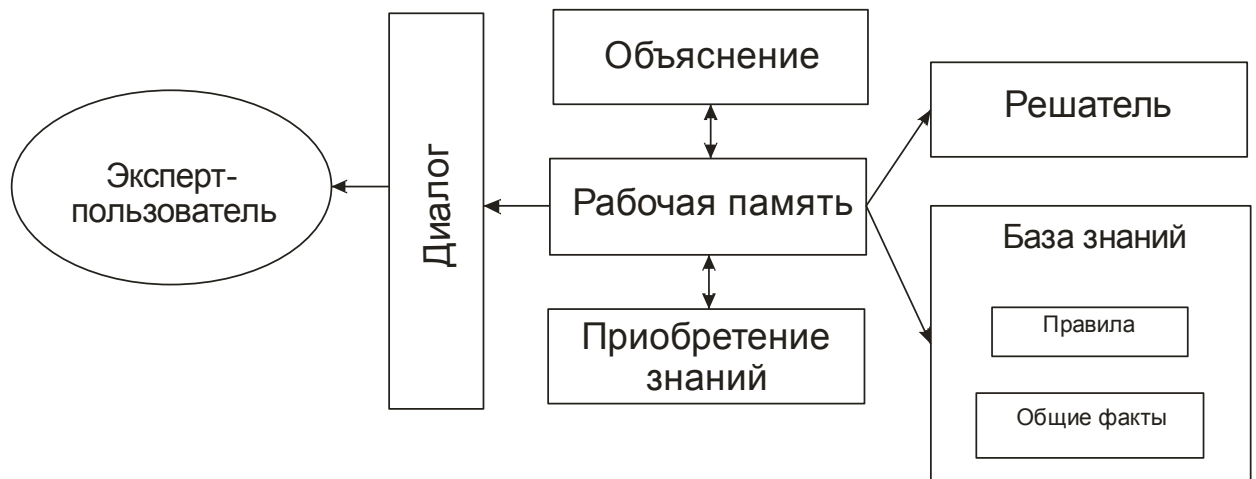


Рисунок 4 - Типовая структура экспертной системы

База знаний предназначена для хранения исходных и промежуточных данных решаемой в текущий момент задачи. Этот термин совпадает по названию, но не по смыслу с термином, используемым в информационно-поисковых системах и системах управления базами данных для обозначения всех данных (и в первую очередь не текущих, о долгосрочных), хранимых в системе. База знаний в ЭС предназначена для хранения долгосрочных данных, описывающих рассматриваемую область (а не текущих данных), и правил, описывающих целесообразные преобразования данных этой области. Решатель, используя исходные данные из РП и знания из БЗ, формирует такую последовательность правил, которые, будучи примененными к исходным данным, приводят к решению задачи. Объяснительный компонент объясняет, как система получила решение задачи (или почему она не получила решения) и какие знания она при этом использовала, что облегчает пользователю тестирование системы и повышает его доверие к полученному результату. Диалоговый компонент ориентирован на организацию дружелюбного общения со всеми категориями пользователей, как в ходе решения задач, так и приобретения знаний, объяснения результатов работы [11].

В разработке ЭС участвуют представители следующих специальностей:

- эксперт в той проблемной области, задачи которой будет решать ЭС;
- инженер по знаниям - специалист по разработке ЭС;
- программист - специалист по разработке инструментальных средств (ИС)

[10 – 13].

Необходимо отметить, что отсутствие среди участников разработки инженера по знаниям, то есть замена его программистом, либо приводит к неудаче процесс создания ЭС, либо значительно удлиняет его. Эксперт определяет знания (данные и правила),

характеризующие проблемную область, обеспечивает полноту и правильность введения в ЭС знаний. Инженер по знаниям помогает эксперту выявить и структурировать знания, необходимые для работы ЭС, осуществляет выбор того ИС, которое наиболее подходит для данной проблемной области, и определяет способ того представления знаний в этом ИС, выделяет и программирует (традиционными средствами) стандартные функции (типичные для данной предметной области), которые будут использоваться в правилах, вводимых экспертом.

Программист разрабатывает ИС, содержащее в пределе все основные компоненты ЭС, осуществляет сопряжение ИС с той средой, в которой оно будет использовано [10, 11].

2.5 Формирование исходной информации для разработки базы знаний «Теоретические основы САПРО»

В качестве источников информации при формулировании конечных определений понятий из области автоматизированного проектирования были использованы нормативная документация, технические источники и учебные пособия различных областей производства, электронные ресурсы.

2.5.1 Определение САПР

ГОСТ 34.003-90 определяет само понятие автоматизированной системы (АС) как система, состоящая из персонала и комплекса средств автоматизации его деятельности, реализующая информационную технологию выполнения установленных функций [42].

В зависимости от вида деятельности ГОСТ 34.003-90 выделяет следующие виды АС: автоматизированные системы управления (АСУ), системы автоматизированного проектирования (САПР), автоматизированные системы научных исследований (АСНИ) и др. [42]

Следует заметить, что гостерируемое определение САПР не дает полного представления о предмете исследования. Поэтому необходимо на основе собранных в различных источниках определений представить обобщенное понятие, которое будет конечным, истинным, полностью отражающим все стороны исследования.

Термины и определения, которые были отобраны из технической литературы различных областей производства (машиностроение, радиоэлектроника и др.) и различных учебных пособий по автоматизации приведены в цитатнике в пункте 2.3.1.

Как можно заметить, авторы опираются на определение САПР, которое представлено в ГОСТ 235010-79, который определяет САПР как организационно-

техническую систему, состоящую из комплекса средств автоматизации проектирования, взаимодействующего с подразделениями проектной организации и выполняющую автоматизированное проектирование [43].

Обратимся к толковому словарю Ожегова С.И.. Ожегов С.И. определяет понятие системы как нечто целого, представляющего собой единство закономерно расположенных и находящихся во взаимной связи частей [44, с. 708]. Комплекс, по его мнению, это совокупность, сочетание чего-либо [44, с.282].

Если рассматривать проектирование как систему, то в эту систему будет входить: то, что проектируется (объект проектирования), те, кто проектирует (проектировщики), а также средства проектирования [7, с.6].

Из всего изложенного следует, что САПР - это сложная человеко-машинная система, построенная по иерархическому принципу, которая представляет собой единство связанных частей (подсистем). В свою очередь каждая подсистема отражает определенный уровень проектирования.

САПР включает технические средства, математическое и программное обеспечение, информационное обеспечение, лингвистическое обеспечение (специальные и проблемно-ориентированные языки) [20, с. 93].

2.5.2 Определение понятия «подсистема». Классификация подсистем.

Наиболее укрупненными элементами САПР являются подсистемы, которые принято выделять по функциональному признаку. Каждая подсистема решает в законченной форме достаточно самостоятельную группу задач автоматизированного проектирования.

Итак, рассмотрим, как определяется понятие подсистемы в различных источниках. Цитатник понятий представлен в пункте 2.3.2.

Согласно ГОСТ 23501.0-89 подсистемы - составные структурные части САПР, которые представляют элементы всех «обеспечений» автоматизированного проектирования, необходимые для выполнения подсистемой ее функций, и по своим свойствам и функциям могут рассматриваться как отдельные системы [45].

Подавляющее большинство изученных источников определяют подсистему как составную структурную часть САПР.

Если провести соответствие через все выделенные определения, можно обозначить их общую идею: подсистемы обеспечивают получение законченных проектных решений и

соответствующих проектных документов. Учебное пособие по машиностроению определяет подсистему еще более просто - как выделяемую часть системы, с помощью которой можно получить законченные результаты [24, с. 78].

Таким образом, обобщенное понятие подсистемы можно сформулировать следующим образом:

Подсистема - это составная структурная часть САПР, где при помощи специализированных комплексов средств получают законченные проектные решения и соответствующие проектные документы.

Как было отмечено выше, функциональная часть САПР представлена в виде набора подсистем, удовлетворяющих поставленным целям проектирования: технологической подготовки производства, моделирования, информационного поиска, инженерных расчетов, управления САПР, испытаний, изготовления, машинной графики [8, с. 15].

Подсистемы различаются по назначению и по отношению к объекту проектирования. Схема классификации подсистем представлена на рисунке 5.

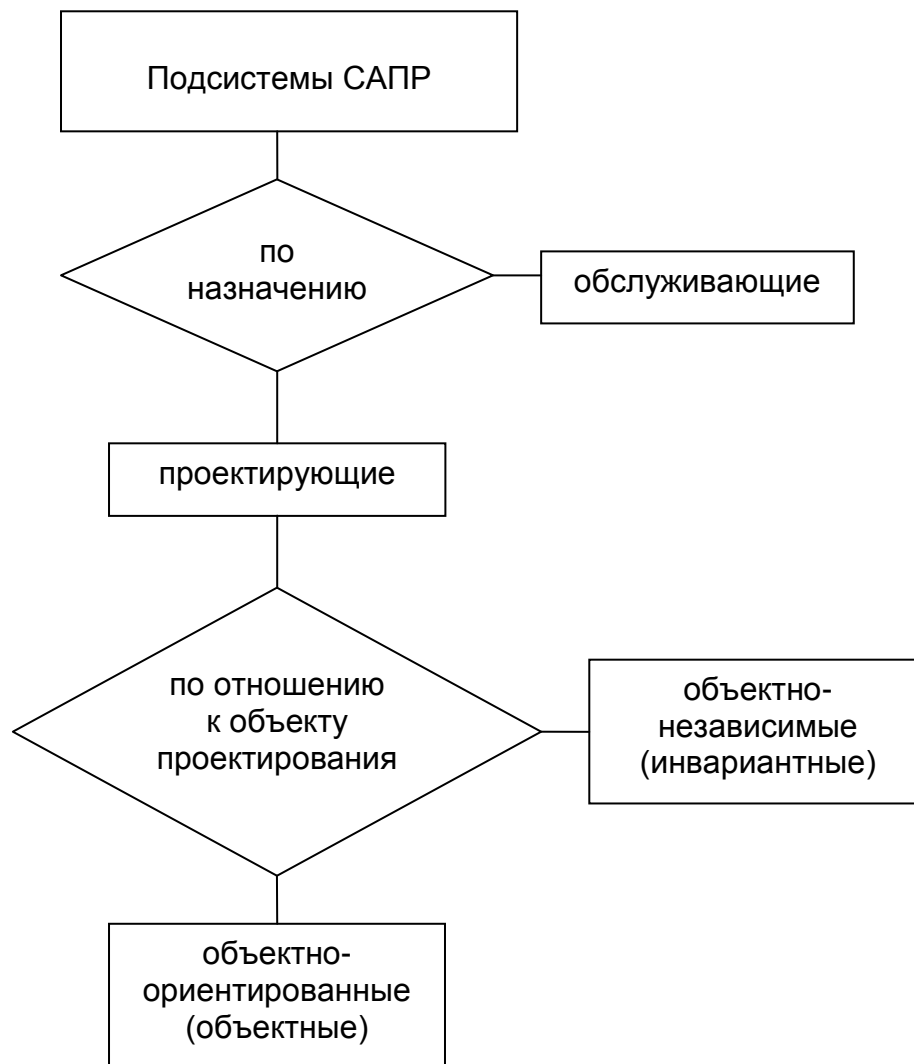


Рисунок 5 - Классификация подсистем

Процесс проектирования в САПР, то есть непосредственное решение проектных задач, выполняется с помощью проектирующих подсистем [14, с. 24].

Цитатник определений проектирующих подсистем представлен в пункте 2.3.3.

Каждая проектирующая подсистема имеет почти те же функции, что и САПР в целом, но предназначена для решения задач отдельных этапов либо уровней.

Таким образом, проектирующая подсистема выполняет законченный этап проектирования, то есть в итоге выдает конечный результат. Функции проектирующих подсистем реализуются в САПР с помощью программного обеспечения.

Проектирующие подсистемы, в свою очередь, по отношению к объекту проектирования делятся на объектно-ориентированные (объектные) и объектно-независимые (инвариантные) [15, с. 6].

Обратимся к словарю Ожегова С.И. Понятие «инвариант» он определяет как некую величину, остающуюся неизменяемой при тех или иных преобразованиях [44, с.241].

«Объект» - явление, предмет, на который направлена чья-нибудь деятельность [44, с.432].

Таким образом, из представленных формулировок понятия объектных и инвариантных подсистем и кратких определений понятий «инвариант» и «объект» следует, что:

- объектные подсистемы выполняют проектные процедуры или операции, которые непосредственно связаны с конкретным объектом проектирования;

- инвариантные подсистемы - это подсистемы, которые только унифицируют проектные процедуры и операции. Инвариантные подсистемы выполняют функции управления и обработки информации, независимые от особенностей проектируемого объекта [26].

Теперь остановимся на обслуживающих подсистемах. Все источники останавливаются на этом понятии кратко и между строк.

В большинстве случаев обслуживающую систему рассматривают как систему, выполняющую те или иные вспомогательные функции. Горбатов [15] и Норенков [21] определили обслуживающую подсистему более конкретно, но все-таки расплывчато. По их мнению, обслуживающие подсистемы предназначены для поддержания работоспособности проектирующей подсистемы. Это определение обслуживающей подсистемы затрагивает ее взаимосвязь с проектирующей подсистемой, но не дает точного представления об основных ее функциях.

Наиболее точным определением обслуживающей подсистемы является определение Медведевой Т.В.[19]. Медведева Т.В. определяет ее как подсистему, имеющую общесистемное применение и обеспечивающую поддержку функционирования проектирующих подсистем, а также оформление, передачу и вывод полученных в них результатов [19].

При этом совокупность обслуживающих подсистем часто называют системной средой (или оболочкой) САПР. [Радаев, Электронный ресурс] Типичными обслуживающими подсистемами являются подсистемы управления проектными данными, подсистемы разработки и сопровождения программного обеспечения. Кроме этого, к

обслуживающим подсистемам можно отнести обучающие подсистемы для освоения пользователями технологий, реализованных в САПР [15, 31].

2.5.3 Определение понятия «база данных»

Говоря о подсистемах, следует отметить, что существует несколько видов достаточно самостоятельных подсистем, каждая из которых обладает определенным набором функций и задач. Одной из таких самостоятельных подсистем является подсистема информационного поиска.

Подсистема информационного поиска - это комплекс языково-алгоритмических средств, предназначенный для хранения, поиска в каком-либо множестве элементов (документов, стандартов, чертежей выполненных конструкций, патентов, характеристик материалов и т.п.) и представления информации, отвечающей на запрос, предъявленный этой подсистеме [8, с.16].

Такую подсистему также называют информационно-поисковой подсистемой, которую часто определяют банком данных (БнД), или автоматизированной базой данных (АБД) [14, с.25].

ГОСТ 34.003-90 определяет базу данных (БД) как совокупность упорядоченной информации, используемой при функционировании САПР [42].

Современные авторы часто употребляют термины «банк данных» и «база данных» как синонимы, однако в общепрофессиональных руководящих материалах по созданию банков данных Государственного комитета по науке и технике (ГКНТ), изданных в 1982г., эти понятия различаются. В данных материалах приводятся следующие определения банка данных, базы данных и системы управления базами данных [37]:

Банк данных (БнД) — это система специальным образом организованных данных — баз данных, программных, технических, языковых, организационно-методических средств, предназначенных для обеспечения централизованного накопления и коллективного многоцелевого использования данных. [37]

База данных (БД) — именованная совокупность данных, отражающая состояние объектов и их отношений и рассматриваемой предметной области. [37] Под объектом понимается некоторое целое (явление, понятие, предмет, процесс, действие), обладающее рядом неотъемлемых свойств (качеств) [32].

Так как база данных является проекцией - отображением предметной области, для ее создания выделяют из предметной области некоторые объекты. Свойства и состояния

этих объектов будут отражаться в базе данных. Кроме самих объектов, существуют также и отношения между ними. Отношения между объектами - взаимосвязь объектов предметной области [32].

Схема, представленная на рисунке 6 отображает предметные связи между базой данных и предметной областью.

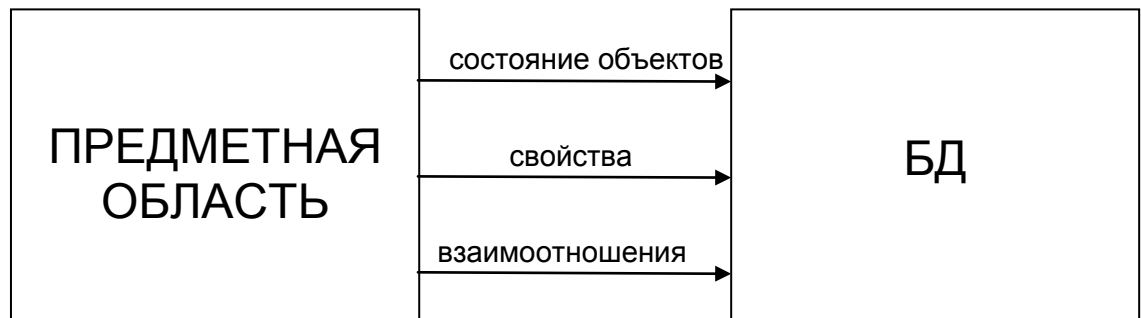


Рисунок 6 - Схематическое изображение понятия «база данных»

И, наконец, система управления базами данных (СУБД) — совокупность языковых и программных средств, предназначенных для создания, ведения и совместного использования БД многими пользователями [37].

Следовательно, можно полагать, что в БД выделяются две части: непосредственно БД и СУБД. [14, 19, 32, 37]

СУБД выполняет следующие функции:

- поиск данных для других подсистем САПР;
- запись новых данных; стирание устаревших записей;
- перезапись данных с одних машинных носителей на другие.

Как видно, функции СУБД универсальны, несмотря на жесткую привязанность БД к объектам проектирования. [14, с.25]

Хотелось бы далее подробнее остановиться на понятии «база данных». Цитатник определений понятия «база данных» представлен в пункте 2.3.5.

Большинство авторов определяют БД как совокупность данных, файлов или информации. [18, 20, 27, 31]

Термин «информация» в узком смысле - это приращение знаний, в более широком - некоторые сведения [19, с.360]. Понятие информация тесно связано с семантикой.

Семантика - значение, смысл слова. «Данные» - сведения, необходимые для какого-нибудь вывода, решения [44]. Термин «данные» рассматривается как носитель информации.

На основании анализа всех формулировок понятия «база данных» можно сформулировать обобщенное определение.

База данных - структурированная совокупность связанных данных конкретной предметной области различного назначения, организованных по определенным правилам, в которых отражается состояние объектов, их свойства и взаимоотношения. БД является семантической (информационной) моделью предметной области.

Информация, хранящаяся в БД, предназначена для многоцелевого использования при решении следующих задач: проектирование технологических процессов, создание технического задания, документирование текстовой и графической информации и др.[31]

Информационные массивы БД разделяют на статические и динамические. Статическая информация образуется в основном данными справочного характера (стандарты, нормали, каталоги и т.п.) и мало изменяется от проекта к проекту. Динамическая информация образуется данными, полученными в результате процесса проектирования, и существенно изменяется от проекта к проекту. Содержание статических и динамических массивов устанавливается таким образом, чтобы полностью включить всю необходимую информацию для работ всех проектирующих подсистем, причем взаимодействие осуществляется через базу данных [14, с. 25].

2.5.4 Определение понятия «автоматизированное рабочее место»

Как уже отмечалось, в состав САПР входит функциональная и обеспечивающая часть. Обеспечивающая часть представляет собой совокупность обеспечений: методического, лингвистического, математического, программного, информационного, организационного и, наконец, технического [8, 14, 16]. В отличие от функциональной обеспечивающая часть должна входить в систему всеми своими компонентами даже в случае различной степени совершенства каждой из них. При отсутствии любой составляющей обеспечивающей части нельзя говорить о существовании САПР в целом, поскольку все компоненты тесно взаимосвязаны [8].

Итак, остановимся подробнее на техническом обеспечении, так как нам необходимо определиться с тем, что же такое автоматизированное рабочее место (АРМ)?

Для начала обозначим, что такое «техническое обеспечение»?

Техническое обеспечение (ТО) - средства вычислительной техники, организационной техники, техники измерений и передачи данных, а также их сочетания. Эти компоненты объединяются в вычислительные комплексы и вычислительные системы, которые составляют техническую базу САПР. Типичным примером вычислительного комплекса являются ЭВМ в соединении с внешними (периферийными) устройствами ввода, вывода и хранения информации, а также АРМ [14].

В результате на основе такой формулировки структуру ТО САПР можно рассматривать как сеть узлов, связанных между собой средой передачи данных. Структура ТО САПР представлена на рисунке 7. Узлами (станциями данных) являются рабочие места проектировщиков, называемые АРМ или рабочими станциями (WS - Workstation) [46, с.37].

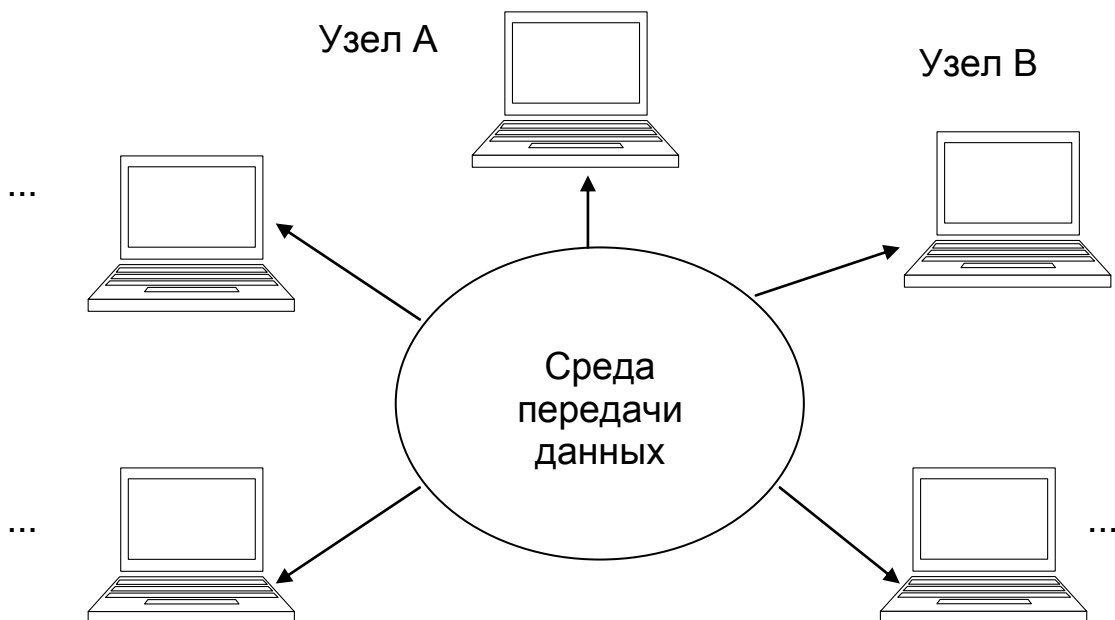


Рисунок 7 - Структура технического обеспечения САПР

Цитатник ряда различных определений АРМ приведен в пункте 2.3.6. Анализ источников показывает, что некоторые авторы рассматривают АРМ просто как рабочее место [20,21], другие же говорят об АРМ как о комплексе.

ГОСТ 34.003-90 определяет АРМ как программно-технический комплекс САПР, предназначенный для автоматизации деятельности определенного вида [42]. Данная формулировка понятия АРМ не дает полного представления о предмете исследования,

поэтому постараемся его несколько расширить и дать полное определение, которое полностью раскроет сущность АРМ.

Если проследить связь между всеми собранными трактовками, то можно найти их общую идею, но при этом будем рассматривать АРМ как комплекс технических средств. АРМ представляет собой комплекс технических средств, расположенный непосредственно на рабочих местах специалистов и предназначенный для автоматизации их работ [18, 23]. АРМ включает в свой состав мини-ЭВМ и (или) микро-ЭВМ, графические и символьные дисплеи, координатосъемщики, устройства символьного и графического документирования и другое с соответствующим базовым и прикладным программным обеспечением [21].

Для каждого объекта проектирования необходимо предусматривать АРМ, соответствующие их функциональному назначению. Однако принципы создания АРМ должны быть общими: системность, гибкость, устойчивость, эффективность.

Согласно принципу системности АРМ следует рассматривать как системы, структура которых определяется функциональным назначением.

Принцип гибкости означает приспособляемость системы к возможным перестройкам благодаря модульности построения всех подсистем и стандартизации их элементов.

Принцип устойчивости заключается в том, что система АРМ должна выполнять основные функции независимо от воздействия на нее внутренних и внешних возможных факторов. Это значит, что неполадки в отдельных ее частях должны быть легко устранимы, а работоспособность системы - быстро восстанавливаема.

Эффективность АРМ следует рассматривать как интегральный показатель уровня реализации приведенных выше принципов, отнесенного к затратам по созданию и эксплуатации системы.

Итак, так что же такое АРМ?

В общем случае, АРМ - это индивидуальный комплекс технических средств, предназначенный для автоматизации профессионального труда специалиста и обеспечивающий подготовку, редактирование и выдачу на экран и печать необходимых ему документов и данных; АРМ обеспечивает оператора всеми средствами, необходимыми для выполнения определенных функций; АРМ включает в свой состав мини-ЭВМ и (или) микро-ЭВМ, графические и символьные дисплеи, координатосъемщики, устройства символьного и графического документирования и другое с соответствующим базовым и прикладным программным обеспечением.

Но АРМ также можно рассматривать и как самостоятельную систему, в этом случае она может рассматриваться и как проектирующая подсистема. Это может быть в том случае, если предприятием приобретено и установлено АРМ только одного специалиста, тогда на его рабочем месте будут получать законченные проектные решения и соответствующие проектные документы.

2.6 Взаимозаменяемость понятий и определений элементов автоматизированного проектирования

Теперь следует рассмотреть все составляющие САПР с точки зрения возможности их самостоятельного существования и выявить условия, когда термины, которыми мы называем компоненты САПР будут взаимозаменяемы.

Необходимо заметить, что все компоненты САПР взаимосвязаны, но кроме этого, в некоторых случаях и при некоторых условиях, можно говорить о том, например, что БД является подсистемой, или АРМ может существовать как достаточно самостоятельная проектирующая подсистема САПР или даже как самостоятельная САПР.

Так при каких же условиях можно говорить о подобного рода «равенстве» некоторых определений, а точнее «равенстве» составных частей структуры САПР?

Не обязательно в каждой САПР должен быть представлен весь набор функциональных подсистем - они могут сочетаться произвольно в зависимости от задач, стоящих перед системой. Как уже было отмечено, все функциональные подсистемы тесно взаимосвязаны, поэтому зачастую невозможно провести между ними четкие границы. Некоторые подсистемы в зависимости от степени их развития или назначения могут существовать как самостоятельные системы (например, информационно-поисковые системы, графические и др.)

Такие преобразования одного понятия в другое затрагивает Норенков. Он рассматривает несколько разновидностей САПР. В зависимости от характера базовой подсистемы - ядра САПР, выделяется несколько разновидностей САПР [46].

Так в его классификации нас особо интересуют САПР на базе подсистемы машинной графики и геометрического моделирования и САПР на основе СУБД.

САПР на базе подсистемы машинной графики и геометрического моделирования рассматриваются как системы ориентированные на приложения, где основной процедурой проектирования является конструирование, то есть определение пространственных форм объекта. К этой группе систем он относит большинство САПР в области машиностроения, построенных на базе графических ядер [46].

Все вышеотмеченное позволяет предположить, что в САПР одежды (САПРО) также можно выделить подобного рода системы. Например, в подсистеме «Конструирование» основной процедурой проектирования является конструирование, а в частности создание модели - от эскиза до полного комплекта лекал.

В этом случае можно сделать вывод, что подсистема может являться как проектирующей подсистемой, так и достаточно самостоятельной САПР.

Другой разновидностью является САПР на базе СУБД или так называемые информационные системы. Они ориентированы на приложения, в которых при сравнительно несложных математических расчетах перерабатывается большой объем данных. Такие САПР призваны собирать, компактно хранить и в нужный момент избирательно передавать необходимый файл информации на вход следующей подсистеме или по требованию конструктора на указанное им устройство [46].

В случае если БД существует самостоятельно, можно судить о БД как о подсистеме САПР или как о проектирующей подсистеме. То есть на этапе проектирования в БД берется необходимая информация, например БК моделей и на базе компонентов, заимствованных в БД, формируется законченное проектное решение, в данном случае можно говорить как о конечном проектном решении - ИМК.

И, наконец, последняя «ступенька» нашего анализа, характеризующая, каким образом технические средства определяют различия в системах автоматизированного проектирования.

По современным представлениям, существуют две тенденции развития САПР, связанные с наличием аппаратных средств и вычислительной техники. К первой относятся системы проектирования, в которых вся основная информация, связанная с проектированием, обрабатывается мощной ЭВМ, а корректировка и ввод графической информации на местах осуществляются с помощью мини- или микроЭВМ, соединенных интерфейсом с большой машиной. Другую группу образуют системы САПР, в которых весь процесс проектирования осуществляется на автоматизированных рабочих местах конструкторов (АРМах) за счет собственных вычислительных и графических средств, а более мощный компьютер служит только передаточным звеном с общей базой знаний.

Почему существуют обе тенденции?

Чтобы ответить на этот вопрос, вспомним, как шел процесс создания вычислительной техники. Сначала появились большие ЭВМ, затем мини-ЭВМ и, наконец, микроЭВМ. Соответственно и САПР сначала создавали на больших ЭВМ, затем инициатива перешла “в руки” их более компактных наследников, тем более что на базе последних начали создаваться различные средства автоматизации конструкторских работ.

Второе направление в создании САПР на базе АРМов следует признать более прогрессивным по многим аспектам, главные из которых следующие: во-первых, процесс проектирования не зависит от выхода из строя одного из рабочих мест, как это имеет место в системах первого направления, где выход из строя основной ЭВМ практически срывает весь процесс проектирования; во-вторых, независимая обработка данных избавляет конструктора от потерь времени, связанных с выполнением задания другого конструктора, упрощает управление процессом проектирования.

Кроме этого, в случае, если АРМ существует самостоятельно, имеются все средства, чтобы выполнять на рабочем месте проектные задачи на каком-то этапе проектирования, его можно считать самостоятельной проектирующей подсистемой и в конечном итоге самостоятельной мини-САПР.

Выводы к главе 2

1. Структурная схема САПР может быть представлена в виде функциональной и обеспечивающей частей.

2. Функциональная часть САПР представлена в виде набора подсистем, удовлетворяющих поставленным целям проектирования. Подсистемы являются основными структурными звеньями САПР и различаются по назначению и по отношению к объекту проектирования.

3. Как отдельные подсистемы, так и САПР в целом можно рассматривать как системы взаимосвязанных компонентов. Компоненты группируют по видам обеспечений функционирования САПР и их подсистем. Каждый элемент САПР выполняет свои функции в общей функциональной структуре САПР.

4. Взаимодействие подсистем в САПР осуществляется с помощью связей между ними. Таким образом, как отдельные подсистемы, так и САПР в целом можно рассматривать как системы взаимосвязанных компонентов, число которых зависит от конкретной структуры и вида САПР.

5. По результатам исследований технической литературы, государственных стандартов, а также электронных ресурсов был сформирован ряд определений понятий «система автоматизированного проектирования», «подсистема», «проектирующая подсистема», «обслуживающая подсистема», «база данных», «автоматизированное рабочее место». Обзор определений представлен в цитатниках.

6. В качестве источников информации при формулировании конечных определений понятий из области автоматизированного проектирования были использованы нормативная документация, технические источники и учебные пособия различных областей производства, электронные ресурсы. В результате анализа составленных цитатников сформулированы и детализированы определения рассматриваемых терминов.

7. Все компоненты САПР взаимосвязаны. Существуют условия при которых возможна взаимозаменяемость понятий САПР. Проектирующую подсистему можно рассматривать как САПР. База данных в некоторых случаях является проектирующей подсистемой, и, наконец, АРМ может одновременно функционировать как проектирующая подсистема, так и как мини-САПР.

8. Полученную в ходе исследований информацию решено представить в базе знаний «Теоретические основы САПРО».

3 Разработка структуры базы знаний «Теоретические основы САПРО»

Знания в ЭС организованы таким образом, чтобы знания о предметной области отделить от других типов знаний системы, таких, как общие знания о том, как решать задачи, или знания о том, как взаимодействовать с пользователем.

3.1 Характеристика способов организации знаний в ЭС. Виды ЭС и типы решаемых ими задач

Экспертные системы создаются для решения разного рода проблем, но основные типы их деятельности можно сгруппировать в категории, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 - Категории деятельности ЭС в зависимости от типа решаемых ими задач

Категория	Решаемая проблема	Характеристика категории деятельности ЭС
1	2	3
Интерпретация	Определение смысла данных (построение описаний по наблюдаемым данным)	Используют информацию от датчиков для описания ситуации. Интерпретирующие ЭС могут обработать разнообразные виды данных.

Прогноз	Определение вероятных последствий заданных ситуаций	Определяют вероятные последствия заданных ситуаций. Системы прогнозирования иногда используют имитационное моделирование, то есть программы, которые отражают причинно-следственные взаимосвязи в реальном мире, чтобы сгенерировать ситуации или сценарии, которые могут возникнуть при тех или иных входных данных. Эти возможные ситуации вместе со знаниями о процессах, порождающих эти ситуации, образуют предпосылки для прогноза.
Диагностика	Обнаружение неисправностей, выявление причин неправильного функционирования системы по результатам наблюдений	Выполняют диагностирование, используя описание ситуаций, характеристики поведения или знания о конструкции компонент, чтобы установить вероятные причины неправильного функционирования диагностируемой системы. Диагностические системы часто являются консультантами, которые не только ставят диагноз, но также помогают отладке. Они могут взаимодействовать с пользователем, чтобы оказать помощь при поиске неисправностей, а затем предложить порядок действий по их устранению.

Продолжение таблицы 2

1	2	3
Проектирование	Построение спецификаций на создание объектов с заранее определенными свойствами	Разрабатывают конфигурации объектов с учетом набора ограничений, присущих проблеме.
Планирование	Конструирование плана, то есть программы действий	Учитывая то, что проектирование столь тесно связано с планированием, многие проектирующие системы содержат механизмы разработки и уточнения планов для достижения желаемого проекта.

Наблюдение (мониторинг)	Непрерывная интерпретация данных в реальном масштабе времени и сигнализация о выходах параметров за допустимые пределы	Сравнивают действительное поведение с ожидаемым поведением системы, подыскивают наблюдаемое поведение, которое подтверждает их ожидания относительно нормального поведения или их предположения о возможных отклонениях. Должны работать в режиме реального времени и осуществлять зависящую как от времени, так и от контекста интерпретацию поведения наблюдаемого объекта. Это может приводить к необходимости запоминать все значения некоторых параметров системы, полученные в различные моменты времени, поскольку скорость и направление изменения могут быть столь же важны, как и действительные его значения в любой момент времени.
Отладка	Составление рецептов исправления неправильного функционирования системы	Находят рецепты для исправления неправильного поведения устройств.
Ремонт	Выполнение последовательно сти предписанных исправлений	Следуют плану, который предписывает некоторые рецепты восстановления. Ремонтным системам также необходимы диагностирующие, отлаживающие и планирующие процедуры для производства ремонта.

Окончание таблицы 2

1	2	3
Обучение	Диагностика, интерпретация, планирование, проектирование	Подвергают диагностике, «отладке» и исправлению («ремонту») поведение обучаемого; создают модель того, что обучающийся знает и как он эти знания применяет к решению проблемы. Системы диагностируют и указывают обучающемуся его ошибки, анализируя модель и строя планы исправлений указанных ошибок, исправляют поведение обучающихся, выполняя эти планы с помощью непосредственных указаний обучающимся.

Управление	Управление поведением системы как целого (интерпретация, прогноз, планирование, моделирование, оптимизация выработанных решений, мониторинг)	Адаптивно руководят поведением системы в целом. Управляющие ЭС должны включать наблюдающие компоненты, чтобы отслеживать поведение объекта на протяжении времени, но они могут нуждаться также и в других компонентах для выполнения любых или всех из уже рассмотренных типов задач. Типичная комбинация задач состоит из наблюдения, диагностики, отладки, планирования и прогноза.
------------	--	---

Хотя основные виды деятельности ЭС, перечисленные в таблице 1, возможно описать, классификация существующих ЭС на основании этих видов деятельности может привести к неточностям, поскольку многие из этих систем выполняют сразу несколько видов работ. Например, диагностика часто совмещается с отладкой, наблюдение с управлением, а планирование с проектированием. Поэтому специалисты по ИИ находят полезным классифицировать ЭС по типам задач, которые такие системы решают [11].

ЭС в настоящее время применяются в следующих предметных областях: военное дело, инженерное дело, информатика, компьютерные системы, промышленность и др.

3.2 Требования к базам знаний

База знаний в области автоматизированного проектирования одежды, должна быть представлена в виде формализованной модели данных. В связи с тем, что разрабатываемая БЗ состоит из терминологии, т.е. формально определенных терминов, и правил - логических отношений между ними ограничительного характера, необходимо четко обозначить требования к процессу разработки базы.

3.2.1 Общие требования к разработке баз знаний

Можно выделить следующие особенности, которыми должны обладать базы знаний: терпимость к противоречиям, обеспечение вывода, дробность БЗ, обучаемость и способность к переструктурированию знаний [10, 11, 47, 48]. Характеристика требований к БЗ приведена в таблице 3.

Таблица 3 - Характеристика требований к базам знаний

Требования к базам знаний	Характеристика	Функции
1	2	3
Терпимость к противоречиям	<p>Это означает, что при появлении ошибок и противоречий можно допустить определенное снижение эффективности деятельности БЗ, но невозможно допустить полного прекращения этой деятельности. Необходимость терпимости к противоречиям вытекает из открытости внешнего мира и соответственно неполноты знаний о нем. Новая информация, воспринимаемая БЗ, может содержать ошибку или не соответствовать информации уже имеющейся в БЗ.</p> <p>Проблемы, связанные с противоречиями, решаются в рамках двух направлений. Одно из них связано с попытками защитить БЗ от проникновения в нее ошибок и рассогласований; эти функции возлагаются на предварительные анализаторы входной информации. Другое направление связано с созданием систем, которые могли бы успешно решать свои задачи на основе противоречивых данных.</p>	Обеспечивает надежность и гибкость, компенсирует ошибки
Обеспечение вывода	БЗ, не имеющая полной информации о мире, должна быть способна к логическому выводу как из уже имеющейся информации, так и из вновь поступающих сообщений.	Обеспечивает критичность и гибкость, формирует ответ
Дробность БЗ	При поступлении новых сообщений БЗ должна обладать способностью выделить некоторый фрагмент знаний, обеспечивающий эффективную обработку этих сообщений.	Обеспечивает гибкость, уменьшает время на ответ, увеличивает компактность

Окончание таблицы 3

1	2	3
---	---	---

Обучаемость и способность к переструктурированию знаний	БЗ должна противодействовать накоплению в ней ошибок и противоречий. В ходе функционирования БЗ должна обеспечиваться такая перестройка структуры знаний, в результате которой улучшаются или поддерживаются на определенном уровне такие эксплуатационные характеристики БЗ, как объем занимаемой ею памяти, скорость ответа на запрос и т.п. Способность к переструктурированию знаний, то есть адаптивность БЗ, весьма важна в тех случаях, когда имеются ограничения на физический объем или временные параметры функционирования БЗ	Обеспечивает надежность, компенсирует ошибки
---	--	--

Следует отметить, что не создано БЗ, удовлетворяющей всем этим требованиям одновременно. В то же время это представляется необходимым, поскольку требуемые свойства взаимно дополняют друг друга и вместе обеспечивают такие характеристики БЗ, как: надежность, гибкость, компактность

3.2.2 Требования, предъявленные к базе знаний «Теоретические основы САПРО»

Любая предметная область характеризуется своим набором понятий и связей между ними, своими законами, связывающими между собой объекты данной предметной области, своими процессами, событиями. Возможны различные классификации знаний. Наиболее часто знания подразделяются на декларативные и процедурные [11].

Процедурные знания описывают последовательности действий, которые могут использоваться при решении задач. Это, например, программы для ЭВМ, словесные записи алгоритмов, инструкции по сборке некоторого изделия. Декларативные знания - это все знания, не являющиеся процедурными, например статьи в толковых словарях и энциклопедиях, формулировки законов в науке и т.п. В отличие от процедурных знаний, отвечающих на вопрос: «Как сделать X?», декларативные знания отвечают, скорее, на вопросы: «Что есть X?» или «Какие связи имеются между X и Y?», «Почему X?» и т.д.

Разрабатываемая БЗ должна отвечать следующим требованиям:

- представлять знания в виде совокупности понятий, объединенных предметными связями;
- поле знаний в базе должно иметь иерархичную структуру, то есть информация должна быть представлена в виде блоков и уровней;
- БЗ должна быть компактной и гибкой, то есть должна занимать малый объем памяти компьютера и обеспечивать возможность увеличения информационных массивов базы за счет расширения ее структуры и получения новых знаний о предметной области экспертом.

3.2.3 Основные принципы построения БЗ. Выбор модели представления знаний и задачи, решаемой БЗ «Теоретические основы САПРО»

Экспертные системы - это сложные программно-аппаратные комплексы, обязательно включающие в свой состав ЭВМ. Чтобы ввести знания о предметной области в ЭВМ, необходимо представить их в такой форме, которая была бы понятна в машине. Для этого существуют специальные языки представления знаний. Их можно разделить на типы по тем формальным моделям представления знаний, которые лежат в их основе [10, 11].

Таких моделей четыре:

- логическая;
- сетевая;
- фреймовая;
- продукционная.

Логическая модель представляет собой формальную систему - некоторое логическое исчисление. Все знания о предметной области описываются в виде формул этого исчисления или правил вывода. Описание в виде формул дает возможность представить декларативные знания, а правила вывода - процедурные знания.

Языки представления знаний логического типа широко использовались на ранних стадиях развития экспертных систем, но вскоре были вытеснены языками других типов. Это объясняется громоздкостью записей, опирающихся на классические логические исчисления. при формировании таких записей легко допустить ошибки, а поиск их очень сложен. Отсутствие наглядности, удобного чтения (особенно для тех, чья деятельность не связана с точными науками) затрудняло распространение языков такого типа.

Продукция - один из распространенных в интеллектуальных системах способов представления знаний. Основу модели составляют системы продукций. Каждая продукция в наиболее общем виде записывается как стандартное выражение следующего вида:

Основная часть продукции - ее ядро имеет вид: «Если А, то В», где А и В могут иметь разные значения. Остальные элементы, образующие продукцию, носят вспомогательный характер. В наиболее простом виде продукция может состоять только из имени (например, ее порядкового номера в системе продукций) и ядра.

Имя сферы указывает ту предметную область, к которой относятся знания, зафиксированные в данной продукции.

Предъявленные выше требования к БЗ наиболее полно могут быть достигнуты, если использовать сетевую или фреймовую модели представления знаний.

Что представляет собой сетевая модель? Языки, опирающиеся на сетевую модель представления знаний, являются более наглядными. В основе такой модели лежит идея о том, что любые знания можно представить в виде совокупности объектов (понятий) и связей (отношений) между ними.

Любой текст, описывающий конкретные ситуации в реальном мире, всегда можно представить в виде совокупности взаимосвязанных понятий. Причем число базовых отношений не может быть бесконечным; все остальные отношения выражаются через базовые в виде их комбинаций [11]. Эта гипотеза служит основой утверждения о том, что семантические сети являются универсальным средством для представления знаний в ЭС.

Семантические сети являются весьма мощным средством представления знаний. Однако для них характерны неоднозначность представлений знаний и неоднородность связей. И при автоматизации процесса использования и представления знаний такая неоднозначность и неоднородность заметно усложняют процессы, протекающие в ЭС. Поэтому одним из способов решения этой проблемы послужил переход к специальному представлению вершин в сети и унификация связей между вершинами (фреймами).

Фреймы используются в системах ИИ (например, в экспертных системах) как одна из распространенных форм представления знаний.

Фрейм - это минимально возможное описание сущности какого-либо явления, события, ситуации, процесса или объекта [10 – 12]. Минимально возможное означает, что при дальнейшем упрощении описания теряется его полнота, оно перестает определять ту единицу знаний, для которой оно предназначено.

Фрейм имеет почти однородную структуру и состоит из стандартных единиц, называемых слотами. Каждая такая единица - слот - содержит название и свое значение.

Чтобы представить семантическую сеть в виде совокупности фреймов, надо уметь представлять отношения между вершинами сети. Для этого также используются слоты фреймов. Эти слоты могут иметь имена вида «Связь Y», где Y - имя того отношения, которое устанавливает данный фрейм-вершина с другим фреймом-вершиной.

В качестве значения слота может выступать новый фрейм, что позволяет на множестве фреймов осуществлять иерархическую классификацию. Это очень удобное свойство фреймов, так как человеческие знания, как правило, упорядочены по общности.

При создании БЗ «Теоретические основы САПРО» целесообразнее использовать сетевую структуру, так как она позволяет более подробно излагать информацию о рассматриваемых в базе понятиях. При этом поле знаний будет разделено на блоки и иерархические уровни с установленными между ними связями. Совокупность фреймов не

даст полного представления о рассматриваемой в БЗ предметной области. Неоднозначность представления знаний и неоднородность связей, которая возможна в случае использования сетевой модели, предполагается исключить детальной проработкой сетевой структуры разрабатываемой базы знаний.

Итак, за основу разрабатываемой базы знаний принята сетевая модель представления знаний. Как уже отмечалось выше, в ее основе лежит идея о том, что любые знания можно представить в виде совокупности объектов (понятий) и связей (отношений) между ними.

В общем случае все ЭС можно подразделить на решающие задачи анализа и на решающие анализы синтеза. Примером задач анализа являются задачи интерпретации данных и диагностики. В свою очередь задачи синтеза являются задачами проектирования и планирования. Комбинированные задачи - задачи обучения, мониторинга, управления. Задачей разрабатываемой БЗ является обучение. БЗ предназначена для специалиста в области автоматизированного проектирования одежды. База знаний «Теоретические основы САПРО» должна способствовать сокращению времени обучения проектировщика, что обеспечивается за счет уменьшения времени на поиск информации, а также благодаря полноте информационной базы, лежащей в основе ЭС.

Так как задача «обучение» комбинированная, БЗ призвана выполнять ряд простых задач:

- интерпретация данных;
- планирование;
- проектирование;
- управление.

Рассмотренные в предыдущих главах теоретические аспекты являются информационной базой для структурирования поля знаний. Семантическая сеть структуры включает следующие разделы:

- создание систем автоматизированного проектирования;
- термины и определения;
- структура систем автоматизированного проектирования одежды.

Сетевая структура проектируемой базы знаний представлена на рисунке 8.

Таким образом, база знаний содержит три блока. Первый блок «Создание САПР» отвечает за интерпретацию знаний об общей истории развития процесса проектирования в целом, а также САПР, САПРО, баз данных и знаний, АРМ; этапах создания систем автоматизированного проектирования. Важным подразделом данного блока являются



Рисунок 8 - Сетевая структура базы знаний «Теоретические основы САПРО»

«Критерии оценки САПР». Специалист, получающий знания в БЗ, на основании знаний в данном подразделе имеет возможность оценить конкретную САПР, такие знания в случае необходимости помогут ему правильно выбрать САПРО.

Второй блок «Термины и определения» призван давать представление о каждом из составляющих элементов САПР. В данном блоке представляются формулировки понятий, а также их структура. Связь между элементами представляется в виде логической схемы.

И, наконец, третий блок знаний включает подразделы:

- обеспечивающая часть;
- функциональная часть;
- этапы проектирования в САПРО.

Подраздел «Обеспечивающая часть» выполняет задачу ознакомления пользователя с видами обеспечений САПР, а также дает характеристики каждого вида обеспечений. Подраздел «Функциональная часть» включает в себя совокупность подсистем: «Художник», «Конструирование и моделирование», подсистема информационного поиска, «Построение лекал», «Градация лекал», «Конфекционирование», «Раскладка», «Технология», «Учет», «Планирование», «Управление предприятием», «Управление качеством»; в данном подразделе рассматриваются функции составляющих структуру САПРО подсистем.

И, наконец, третий подраздел содержит знания о процессе проектирования в САПРО. В нем представляется совокупность этапов проектирования: техническое задание, техническое предложение, эскизное проектирование, техническое проектирование, рабочее проектирование. Между вторым и третьим подразделами имеется множество связей. Это обусловлено тем, что в каждой подсистеме САПРО выполняется ряд работ, который, в свою очередь, входит в задачи одного из этапов проектирования. Некоторые подсистемы участвуют в разработках документации только в одном из этапов, тогда как в других подсистемах выполняются работы на разных этапах проектирования.

Так, например, в подсистеме «Моделирование и конструирование» выполняется ряд задач технического проектирования: определение исходных данных, создание табеля мер, получение базовой и модельной конструкции и др. Тогда, как в подсистеме «Технология» решаются задачи двух этапов проектирования: техническое предложение и техническое проектирование. В данной подсистеме на этапе технического предложения выполняется анализ технологического решения, а на этапе технического проектирования уточняются методы проектирования, проводится выбор методов обработки и оборудования, разрабатывается инструкционная карта. На рисунке 9 представлены связи

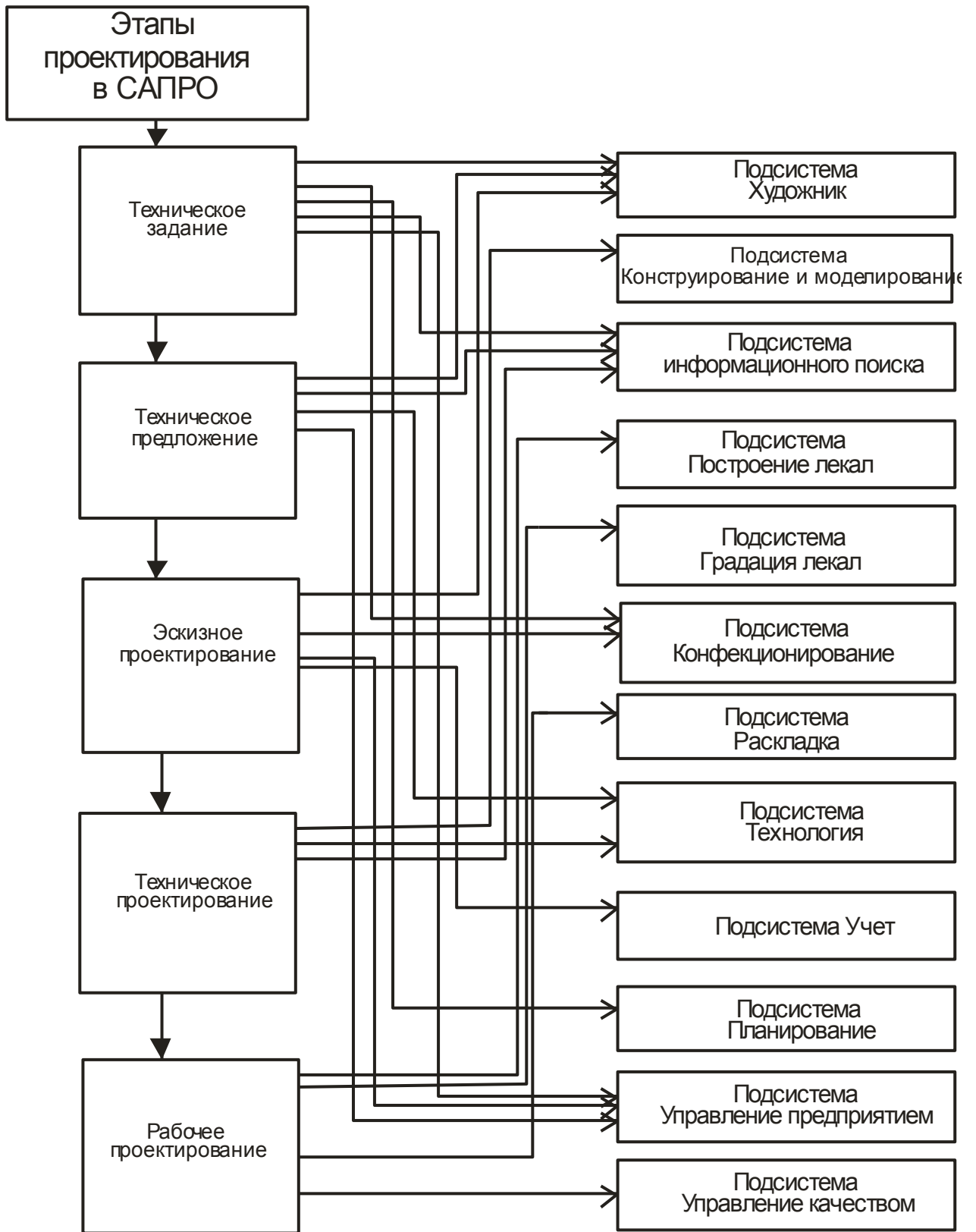


Рисунок 9 - Связи между элементами структуры базы знаний «Теоретические основы САПРО» (предметные связи между подсистемами САПРО и этапами проектирования)

между подсистемами САПРО и этапами проектирования - предметные связи структуры базы знаний.

Таким образом, информационные единицы (выделенные объекты) обладают гибкой структурой. Для них должен выполняться «принцип матрешки», то есть вложимость одних единиц в другие. Каждая информационная единица может быть включена в состав любой другой, и из каждой информационной единицы можно выделить некоторые составляющие ее единицы. Другими словами, существует возможность установления между отдельными объектами отношений типа «часть - целое». [11, с. 40-41]

В системе, основанной на знаниях, правила, по которым решаются проблемы в конкретной предметной области, а в частности САПРО, хранятся в базе знаний, являющейся ядром экспертной системы.

База знаний «Теоретические основы САПРО» будет включать в свой состав два типа знаний:

- структурированные статические знания о предметной области; после того как эти знания выявлены, они уже не изменяются;
- структурированные динамические знания - изменяемые знания о предметной области, которые обновляются по мере выявления новой информации.

Таким образом, статические знания будут включать в себя структурированные формулировки таких понятий, как САПР, подсистема, проектирующая и обслуживающая подсистема, БД, АРМ; этапы проектирования в САПРО; историю развития САПР; анализ компонентов обеспечивающей части САПРО и др.

Динамические знания будут в свою очередь содержать анализ функциональной части САПРО, так как по мере развития САПРО, появляются новые подсистемы, структура автоматизированных систем совершенствуется и усложняется; также динамическими знаниями являются те области знаний в базе, которые будут дополняться в результате наращивания информационного блока, то есть предполагается, что БЗ «Теоретические основы САПРО» будет расширяться за счет новой информации в ходе ее использования.

Следовательно, данная БЗ будет постоянно обновляться в процессе своего существования.

3.2.4 Практическая значимость проектируемой базы знаний

Разрабатываемая БЗ кроме представления знаний о теоретических основах САПРО, также должна включать в свой состав и практический фундамент. Такое условие

необходимо для того, чтобы специалист, который непосредственно обучается в базе, имел возможность практически применить свои знания.

В этом случае происходит объединение знаний и навыков работы непосредственно в ходе обучения, в результате чего пользователь экспертной системы получает неоценимый опыт.

Таким образом, встает задача дополнения базы знаний практической базой. Поставленную задачу возможно выполнить путем включения в базу ранее разработанную кафедрой Сервиса и моды ВГУЭС -конструкторскую базу данных.

КБД предназначена для построения базовых и исходных модельных конструкций новых моделей одежды с единым принципом представления исходной информации о модели в виде анкет тестирования БК и описания ИМК. Методика формирования чертежа базовой и исходной модельной конструкции осуществляется в КБД в автоматизированном режиме с использованием блочно-модульного метода по заданному эскизу. В основе КБД информационно-логическая структура с поэтапным формированием проектного решения, которая функционирует в виде схемы отдельных диалоговых окон с описаниями возможностей КБД для каждой проектной операции [49].

КБД помимо функции – хранение информационных массивов, выполняет и функцию экспертной системы. КБД обладает следующим перечнем характеристик:

- способность рассуждать при неполных и противоречивых данных;
- способность объяснять цепочку рассуждений понятным для пользователя способом;
- факты и механизм вывода четко отделены друг от друга;
- конструкция системы обеспечивает возможность эволюционного накопления;
- на выходе система дает совет.

Таким образом, КБД включает экспертную оценку, которая помогает пользователю в решении проектных задач. Такая помощь осуществляется посредством справочных окон, где указываются возможные решения конкретных характеристик исходных данных.

Говоря о комплектовании БЗ практической базой, следует отметить, что все возможные подуровни структуры БЗ также необходимо представить в виде совокупности как теоретических аспектов, правил и описаний, так и наглядного представления «как и «что работает». То есть появляется возможность расширения функций БЗ. Пользователь получает два важных «продукта» знаний: опыт и навыки.

На данный момент такая возможность существует только для представления подсистемы конструирования и моделирования, а также подсистемы информационного поиска в блоке знаний «Структура САПРО – Функциональная часть». Другой подуровень

иерархической структуры, функции которого можно расширить с помощью КБД это блок «Термины и определения – Подсистема – Классификация подсистем – Проектирующая подсистема».

Очевидность того факта, что объединение проектируемой БЗ и существующей КБД становится необходимостью налицо. Что мы имеем? Целесообразно создание единой экспертной системы в виде совокупности БЗ и КБД. ЭС будет позволять получать пользователем не только знания теоретических основ, но и практического опыта и навыков. Преимущества такого объединения представлены на рисунке 10.

Экспертная система

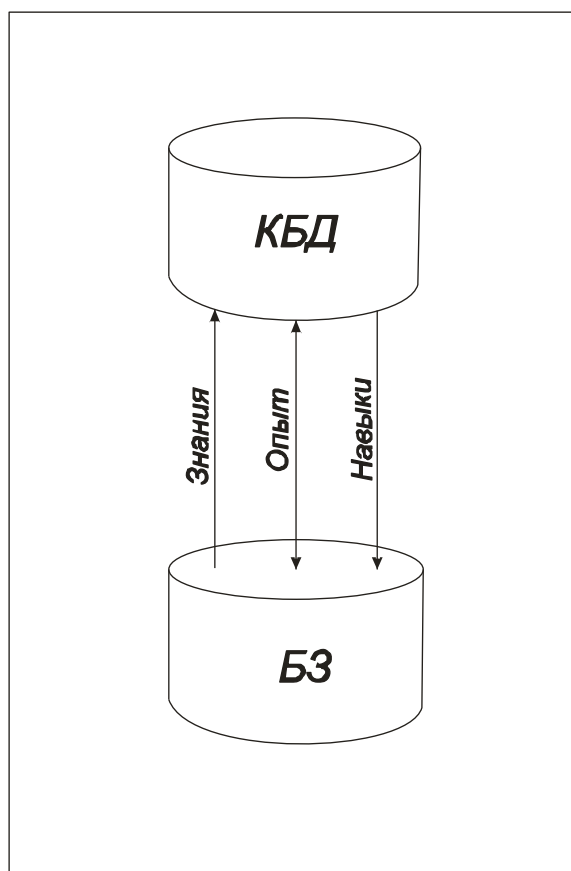


Рисунок 10 – Объединение БЗ и КБД

3.2.5 Этапы построения разрабатываемой базы знаний и факторы, влияющие на ее эффективность

Построение БЗ включает три этапа [12]:

- описание предметной области;
- выбор модели представления знаний;
- приобретение знаний.

Описание предметной области сводится к определению характера решаемых задач, выделению объектов, установлению связей между объектами и выбору модели представления знаний. Главная задача на этом этапе - определить, как будет представлена предметная область на различных уровнях.

Модель представления знаний определяется выбранными средствами, с помощью которых можно адекватно описать предметную область. Полученная, после формализации предметной области, БЗ представляет собой результат абстрагирования реального мира.

Одной из наиболее сложных проблем, возникающих при создании БЗ, является приобретение знаний - преобразование знаний эксперта и описание применяемых им способов поиска решений в форму, позволяющую представить их в базе знаний, а затем эффективно использовать для решения задач в данной предметной области. [12, 13]

Как уже отмечалось, базы знаний эффективны лишь в специфических «экспертных» областях, где важен эмпирический опыт специалистов.

Современные экспертные системы - это сложные программные комплексы, аккумулирующие знания специалистов в конкретных предметных областях и распространяющие этот эмпирический опыт для консультирования менее квалифицированных пользователей.

База знаний является ядром ЭС. На эффективность и целесообразность БЗ «Теоретические основы САПРО» влияют следующие факторы:

- имеется «шум» в данных - некорректность определений, неточность, неполнота, противоречивость информации в теоретических основах автоматизированного проектирования;
- теория автоматизированного проектирования является сложной для новичка - много объектов, их свойств, связей, условий и т. д;
- задачи, которые должна выполнять БЗ являются узкоспециализированными;
- наличие экспертов, готовых поделиться своим опытом.

Выводы к главе 3

1. Определены общие для всех баз знаний требования: терпимость к противоречиям, обеспечение вывода, дробность БЗ, обучаемость и способность к переструктурированию знаний.

2. За основу разрабатываемой базы знаний принята сетевая модель представления знаний, в основе которой лежит идея о том, что любые знания можно представить в виде совокупности объектов (понятий) и связей (отношений) между ними.

3. Проектируемая база знаний осуществляет комбинированную задачу «обучение». БЗ призвана выполнять ряд простых задач: интерпретация данных; планирование; проектирование; управление.

4. Разработана семантическая сеть структуры, которая включает разделы: создание систем автоматизированного проектирования; термины и определения; структура систем автоматизированного проектирования одежды.

5. Создание единой экспертной системы целесообразно в виде совокупности БЗ и КБД. ЭС позволит получать пользователем не только знания теоретических основ, но и практического опыта и навыков.

4 Разработка пользовательского интерфейса базы знаний «Теоретические основы САПРО»

На ранних этапах развития программирования пользовательский интерфейс рассматривался как средство общения с человека с операционной системой и был достаточно примитивным. В основном его функции позволяли запустить задание на выполнение, связать с ним конкретные данные и выполнить некоторые процедуры обслуживания вычислительной установки. Со временем, по мере совершенствования аппаратных средств появилась возможность создания интерактивного программного обеспечения, использующего специальные пользовательские интерфейсы. В настоящее время основной проблемой является разработка интерактивных интерфейсов к сложным программным продуктам, рассчитанным на использование непрофессиональными в сфере программирования пользователями. Ниже приведены основные требования к пользовательскому интерфейсу проектируемой базы знаний и его реализация.

4.1 Образ пользователя как основа для принципиального решения интерфейса

При проектировании пользовательского интерфейса необходимо учитывать психофизические особенности человека, связанные с восприятием, запоминанием и обработкой информации, а также общий образ пользователя, то есть его уровень владения компьютером, профессиональную подготовку в области предметной сферы и ожидания пользователя от программы, в которой он работает.

С точки зрения здравого смысла хорошим следует считать интерфейс, при работе с которым пользователь получает именно то, что он ожидал. Представление пользователя о функциях интерфейса можно описать в виде пользовательской модели интерфейса. Эта модель базируется на особенностях опыта конкретных пользователей, который характеризуется:

- уровнем подготовки в предметной области разрабатываемого программного обеспечения;
- интуитивными моделями выполнения операций в этой предметной области;
- уровнем подготовки в области владения компьютером;
- устоявшимися стереотипами работы с компьютером. [53]

При создании программной модели интерфейса также следует иметь ввиду, что изменить пользовательскую модель непросто. Повышение профессионального уровня

пользователей и их подготовки в области владения компьютером в компетенцию разработчиков программного обеспечения не входит.

Таким образом, следует в первую очередь отметить, что разрабатываемая база знаний «Теоретические основы САПРО», предназначена для обучения специалистов в области автоматизированного проектирования одежды. Предполагается, что использовать данную БЗ будут студенты и специалисты с фундаментальными знаниями в области конструирования и технологии швейных изделий, имеющие навыки работы с компьютером.

Интуитивные модели выполнения операций в предметной области должны стать основой для разработки интерфейса. Так как ломка стереотипов – процедура болезненная, необходимо создать интерфейс, максимально использующий основные решения, предлагаемые Windows, чтобы непрофессиональному пользователю было легче его освоить.

4.2 Этапы разработки пользовательского интерфейса проектируемой базы знаний

Разработка пользовательского интерфейса включает четыре основных этапа:

- постановка задачи – определение типа интерфейса и общих требований к нему;
- анализ требований и определение спецификаций – определение начальной конфигурации интерфейса;
- проектирование – проектирование диалогов и их реализация в виде процессов ввода и вывода;
- реализация – программирование и тестирование интерфейсных процессов (в рамках дипломной работы данный этап выполняется на уровне реализации алгоритмов).

4.2.1 Определение типа интерфейса и общих требований к нему

Пользовательский интерфейс представляет собой совокупность программных и аппаратных средств, обеспечивающих взаимодействие пользователя с компьютером. Основу такого взаимодействия составляют диалоги. Под диалогом в данном случае понимают регламентированный обмен информацией между человеком и компьютером, осуществляемый в реальном масштабе времени и направленный на совместное решение конкретной задачи: обмен информацией и координация действий [53-56]. Каждый диалог состоит из отдельных процессов ввода-вывода, которые физически обеспечивают связь пользователя и компьютера.

В программировании различают процедурно-ориентированный и объектно-ориентированный подходы к разработке интерфейсов. При работе пользователя в

объектно-ориентированных интерфейсах ему предоставляется возможность создавать объекты, изменять их параметры и связи с другими объектами. Задача пользователя формулируется как целенаправленное изменение некоторого объекта, имеющего внутреннюю структуру, определенное содержание и внешнее графическое представление [53]. Элементы интерфейса данного типа включены в пользовательский интерфейс Windows.

Что касается интерфейса самой БЗ, то в ней целесообразно использовать процедурно-ориентированный интерфейс, который использует традиционную модель взаимодействия с пользователем, основанную на понятиях «процедура» и «операция». В рамках этой модели программное обеспечение предоставляет пользователю возможность выполнения некоторых действий, для которых пользователь определяет соответствующие данные и следствием выполнения которых является получение желаемых результатов [53]. На рисунке 11 представлены основные особенности, которые отличают функционирование процедурно-ориентированного пользовательского интерфейса.

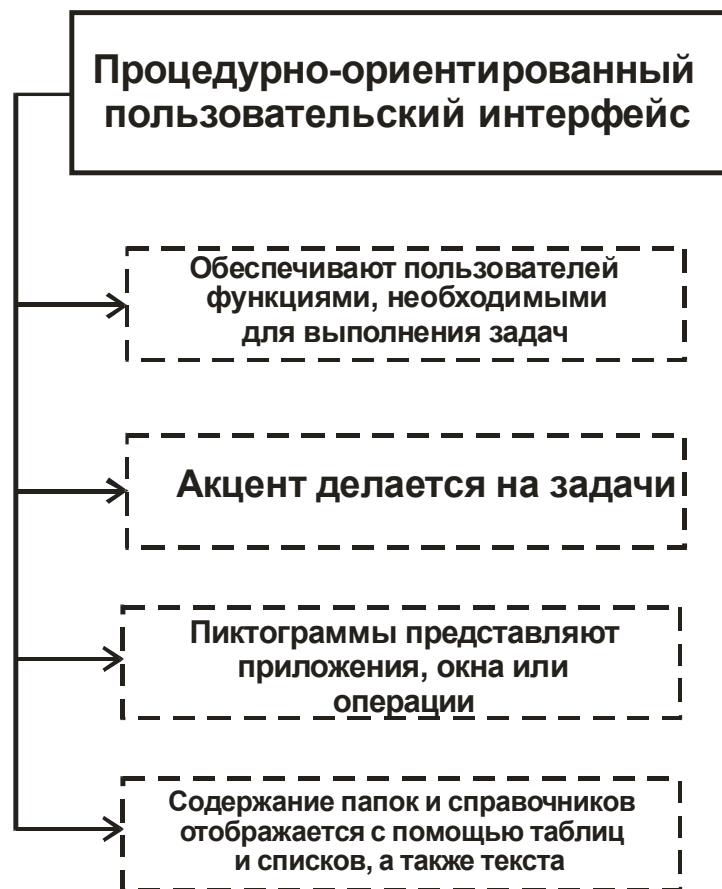


Рисунок 11 – Особенности функционирования процедурно-ориентированного пользовательского интерфейса

В процедурно-ориентированных пользовательских интерфейсах различают интерфейсы трех типов:

- примитивные;
- меню;
- со свободной навигацией [53, 56].

За основу создание базы знаний принят интерфейс со свободной навигацией, который также называют графическим пользовательским интерфейсом или интерфейсом WYSIWYG (What You See Is What You Get – что видишь, то и получишь, то есть что пользователь видит на экране, то он и получит при печати).

Пользовательский интерфейс со свободной навигацией будет поддерживать концепцию интерактивного взаимодействия с программным обеспечением, осуществляя визуальную обратную связь с пользователем и возможность манипулирования объектами и информацией на экране. Кроме того, интерфейс данного типа поддерживает концепцию совместимости программ, позволяя перемещать между ними информацию.

В отличие от интерфейса-меню графический интерфейс обеспечит возможность осуществления любых допустимых в конкретном состоянии операций, доступ к которым будет доступен через различные интерфейсные компоненты.

На начальном этапе разработки программы необходимо детально проработать и спроектировать пользовательский интерфейс программы. Он должен быть удобным и понятным неопытному пользователю и поддерживать высокую функциональность для специалиста.

4.2.2 Определение начальной конфигурации интерфейса

Идеология пользовательского интерфейса со свободной навигацией базируется на том, что пользователь полностью свободен в определении последовательности активизации любых существующих функций. Конкретные теоретические аспекты и определения реализуются в виде методических указаний, носящих информационно-рекомендательный характер, что обеспечивается за счет приведения в БЗ цитатника определений других исследованных источников. Только таким образом можно обеспечить максимальную гибкость, адаптивность и универсальность БЗ, дать возможность пользователю после периода обучения сложить собственное представление о структуре САПР, подкрепленное теоретической базой ряда источников.

Исследования и анализ технической литературы позволили определить минимальную начальную конфигурацию базы знаний в составе следующих функциональных модулей:

1. главная форма (Unit 1) – главная форма приложения. На ней находятся прямые ссылки для запуска частей программы и краткие комментарии к ним. Вызов формы поиска, и закрытия приложения;
2. создание САПР (Unit 2) – функции данного приложения планируется определить в ходе будущих разработок не в рамках настоящей дипломной работы.
3. термины и определения (Unit 3) – данная форма содержит средства для отображения Web-страниц и кнопки навигации по ним. В будущем на этой форме планируется реализовать возможность сохранения статьи в виде файла на жестком диске и вывод статьи на печать. Форма служит для вывода и активно пользуется функциями из Unit1;
4. структура САПР (Unit 4) – на данный момент существует как пустая форма, функциональность которой будет осуществлена в ходе дальнейших разработок в данном направлении;
5. добавление знаний (Unit 5) – форма добавления открывается в отдельном окне и содержит в себе алгоритмы добавления и проверки знаний. Функции данной формы осуществляются достаточно автономно, но так же используются для поиска записей, поэтому существует возможность распределения их вместе с формой поиска;
6. поиск (Unit 6) – форма для поиска информации и отображения результатов. Использует те же функции, что и добавление, но имеет и множество своих. Данная форма имеет зависимость от всех форм приложения, так как в будущем поиск будет реализован для всех трех частей программы.

Взаимодействие модулей базы знаний представлено в схеме на рисунке 12 .

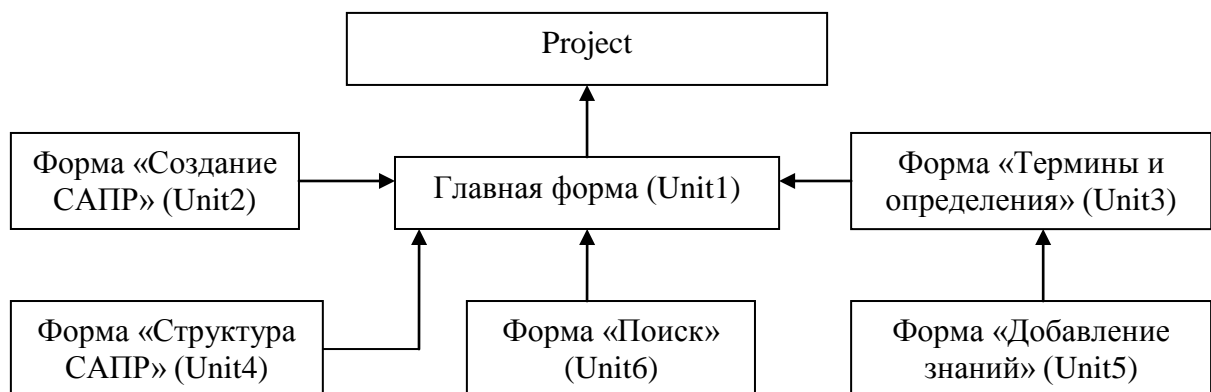


Рисунок 12– Взаимодействие модулей базы знаний

Таким образом, проект данного программного продукта включает в себя несколько отдельных модулей, каждый из которых связан с той или иной формой приложения. Вся основная функциональность собрана в модуле главной формы, где реализованы функции взаимодействия с базой данных, генерации web-страниц и т.д. Функции поиска и запросов в БЗ описаны в модуле для формы «поиск». Все модули программы тесно взаимодействуют друг с другом и часть функций, необходимых для одного модуля, может вызываться из других.

Совместное использование перечисленных функциональных модулей обеспечивает:

- получение проектировщиком фундаментальных знаний в области автоматизированного проектирования одежды;
- поиск необходимой информации о данной предметной области;
- освоение прикладной программы КБД.

4.2.3 Проектирование диалога пользователя с базой знаний

Диалог – это процесс обмена информацией между пользователем и программной системой, осуществляемый через интерактивный терминал и по определенным правилам.

Диалоговый процесс автоматизированного проектирования проходит поочередно через две разнородные среды: человека и ЭВМ. Переход из одной среды в другую и обратно осуществляется посредством совокупности программно-аппаратных средств взаимодействия, называемых интерфейсом [57].

В очень большой степени возможность активного участия человека в процессе проектирования определяется «дружественностью», конкретностью и наглядностью пользовательского интерфейса САПР. Обеспечиваемая диалоговыми средствами САПР возможность манипулирования привычными объектами и терминологией соответствующей предметной области облегчает освоение системы неквалифицированным пользователем, позволяет быстро и эффективно решать сложные проектные задачи [58]. По этой причине качество пользовательского интерфейса в последнее время становится одним из важнейших требований к программному продукту, независимо от его назначения [57].

Опыт создания и эксплуатации диалоговых систем как общего, так и специального назначения, а также теоретические работы по организации диалога свидетельствуют о различии подходов к проектированию структуры диалогового взаимодействия. Эти

различия проявляются, прежде всего, в том, кому отдается инициатива в управлении диалогом, и отражают его ориентацию на определенный уровень подготовки пользователя даже в пределах одного и того же класса задач проектирования. В зависимости от того, кому принадлежит управляющая функция, выделяют два основных режима ведения диалога: пассивный («Ведущий – ЭВМ»), активный («Ведущий – человек»). Между этими крайними режимами существует почти непрерывный спектр промежуточных режимов, в которых функция управления диалогом перераспределяется между партнерами по диалогу. Иногда говорят также о режиме «Равных партнеров», в котором функция управления диалогом переходит от человека к ЭВМ и обратно в зависимости от формальных показателей качества функционирования системы «человек – машина», к которым можно отнести: статус пользователя в системе; длительность перерыва в работе; количество ошибок, совершаемых пользователем; количество обращений за инструкциями, подсказками и помощью; степень ответственности выполнения данного шага диалогового цикла [58].

За последние несколько лет произошла значительная интеллектуализация интерфейса человек - ЭВМ [57]. «Дружественность» интерфейса обеспечивается путем имитации привычной для человека работы с объектами, основанной на максимальном использовании новых технических возможностей видеотерминалов и персональных ЭВМ, а также на ряде методических приемов и принципов. При этом старые методы работы, реализуемые новыми средствами, приобретают качественно новый характер.

Характерной особенностью интеллектуального интерфейса является наличие на каждом шаге диалога большого количества возможных альтернативных действий (до нескольких десятков), допустимость многократных итераций - все это входит в понятие интерфейса, управляемого событиями [57, 58].

Основные технологические приемы, используемые при реализации принципов организации диалогового взаимодействия ЭВМ и пользователя, вошли в разработанный в 1987 г. фирмой IBM и принятый в настоящее время большинством разработчиков прикладного программного обеспечения стандарт CUA (Common User Access). Этот стандарт определяет вид, правила взаимодействия и типовую компоновку на экране основных, общих для большинства прикладных систем элементов интерфейса, таких как окна (первичные, вторичные и всплывающие), панели, меню действий с падающими меню, кнопочные и пиктографические меню, поля ввода и выбора, а также предусматривает определенное количество символов и знаков, применяемых для указания пользователю, с каким именно из элементов он работает (рамки, радиокнопки, переключатели, контактные кнопки, линейки протяжки и др.) [57].

Существует необходимость особого внимания к разработке интеллектуального пользовательского интерфейса базы знаний на основе рассмотренных требований к организации человеко-машинного диалога.

Реализация в САПР одежды общепринятых приемов и методов построения пользовательского интерфейса, в сочетании с грамотным использованием понятийного аппарата данной предметной области, позволяет при прочих равных условиях повысить конкурентоспособность разрабатываемой базы знаний за счет очевидного удобства для пользователя при освоении и работе в ней [58]. Весьма важным представляется также единый подход к проектированию диалога в различных модулях одной и той же БЗ.

Блок-схема на рисунке 13 определяет форму диалога базы знаний с пользователем.

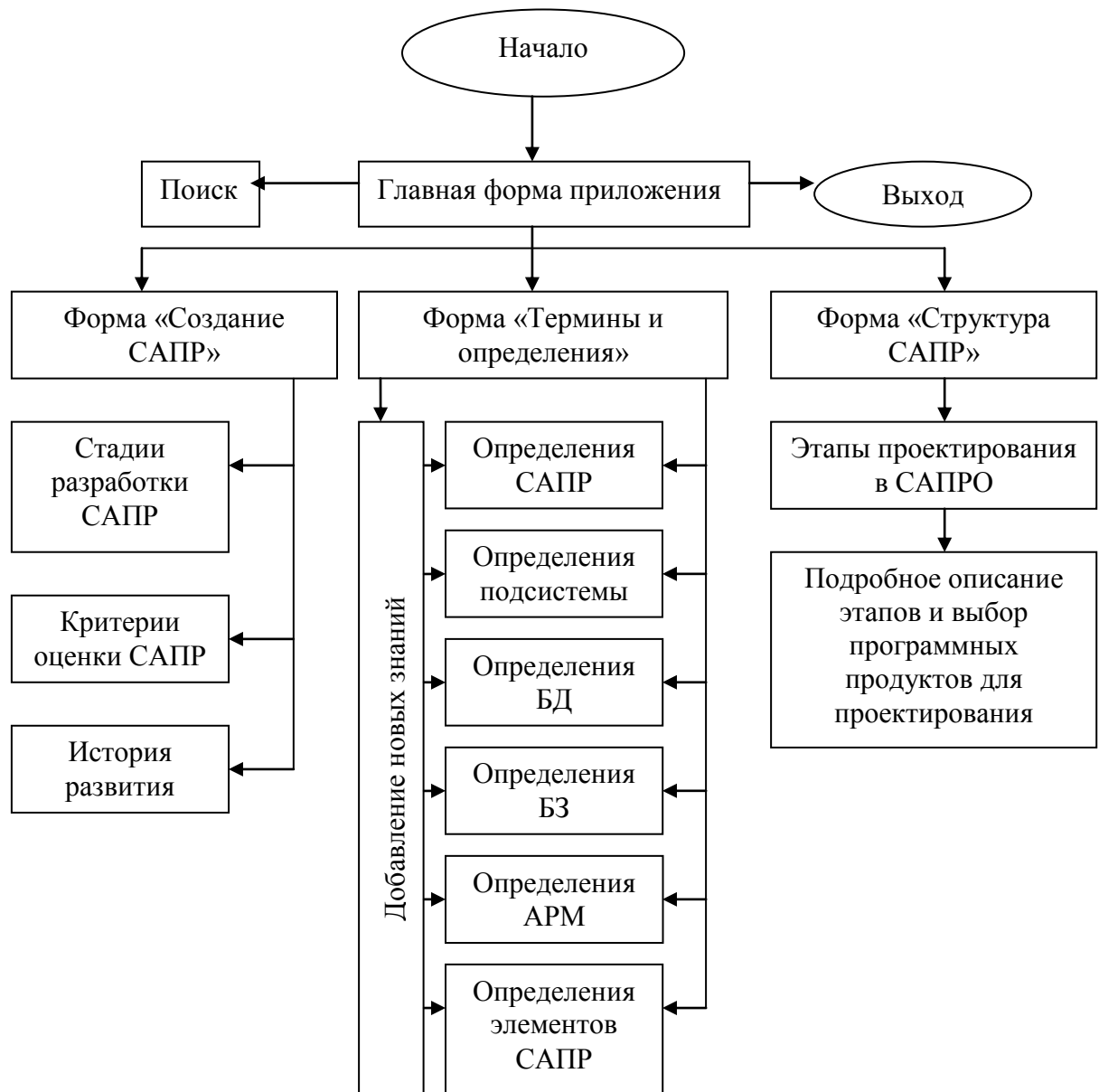


Рисунок 13 - Диалог разрабатываемой базы знаний с пользователем

На данном этапе разработки в программе реализована макетная проработка модуля «Термины и определения», поэтому дальнейшие комментарии по реализации диалога в пользовательском интерфейсе базы знаний представлены на примере данного модуля.

Диалоговое окно в данном программном обеспечении представляет собой небольшой браузер для отображения web-страниц. По умолчанию в него загружен список основных разделов хранимых в программе знаний. Для ознакомления с ними необходимо переходить по ссылкам. На любом уровне базы знаний пользователь имеет возможность вернуться назад до начального этапа.

4.2.4 Реализация алгоритмов и интерфейса проектируемой базы знаний

Графический пользовательский интерфейс программы поддерживается операционной системой Windows. В рамках указанной операционной системы для графического интерфейса разработаны наборы стандартных компонентов взаимодействия с пользователем.

Пользовательский интерфейс проектируемой базы знаний строится по технологии WIMP: W – Windows (окна), I – Icons (пиктограммы), M – Mouse (мышь), P – Pop-up (всплывающие и выпадающие меню) [53]. Основными элементами графического интерфейса, таким образом, являются: окна, пиктограммы, компоненты ввода-вывода и мышь, которую используют в качестве указующего устройства прямого манипулирования объектами на экране.

На начальном этапе разработки программы необходимо детально проработать и спроектировать пользовательский интерфейс программы. Он должен быть удобным и понятным неопытному пользователю и поддерживать высокую функциональность для специалиста. Внешний вид программы должен способствовать желанию работать с программой, вызывать к ней интерес, так как данная база знаний может использоваться в качестве обучающей программы. На рисунке 14 представлена примерная визуализация главного диалогового окна приложения, с которого начинается работа с базой знаний.



Рисунок 14 – Графическое изображение главного диалогового окна приложения

Выбор пользователем, с каким из блоков базы знаний работать, осуществляется в диалоговом режиме. Путем нажатия соответствующего приложения выбирается необходимый блок знаний из списка предложенных: создание САПР, термины и определения или структура САПРО.

Знания в программе отображаются при помощи Web-страниц, сгенерированных при свободной навигации по базе, так как они имеют удобный способ представления ссылок и связей между объектами знаний. Кроме того, при создании таких страниц программист имеет широкий набор возможностей по красочному представлению информации.

Пользователю также представляется меню для осуществления определенных функций программного обеспечения. Меню содержит список команд:

- сохранить;
- добавить;
- редактировать;
- печать;
- выход;
- о программе.

При работе пользователя в диалоговом окне любого из модулей предоставляется возможность выбора подраздела в блоке знаний, что способствует лучшей ориентации в программе путем сокращения времени на чтение всей информации «от начала до конца». Информация в базе систематизирована и разбита на подразделы. Графическое изображение диалогового окна модуля «Термины и определения», в котором выбирается подраздел представлен на рисунке 15.

При активизации раздела «САПР» в модуле «Термины и определения» появляется страница с экспертным определением данного понятия. Кроме того, для ознакомления представлен список с определениями данного понятия других источников, это дает проектировщику возможность изучить большое количество вариантов определений, до тех пор, пока не будет достигнут результат близкий к желаемому – получение полного представления об изучаемой предметной области. Графическое изображение диалогового окна с определением термина и списком традиционных определений других источников представлено на рисунке 16.

В диалоговом окне поочередно активизируются определения из списка путем нажатия по соответствующей пиктограмме. Информацию представленную на странице возможно вывести на печать или сохранить, используя команды в строке меню. Активизация определений из цитатника представлена на рисунке 17.

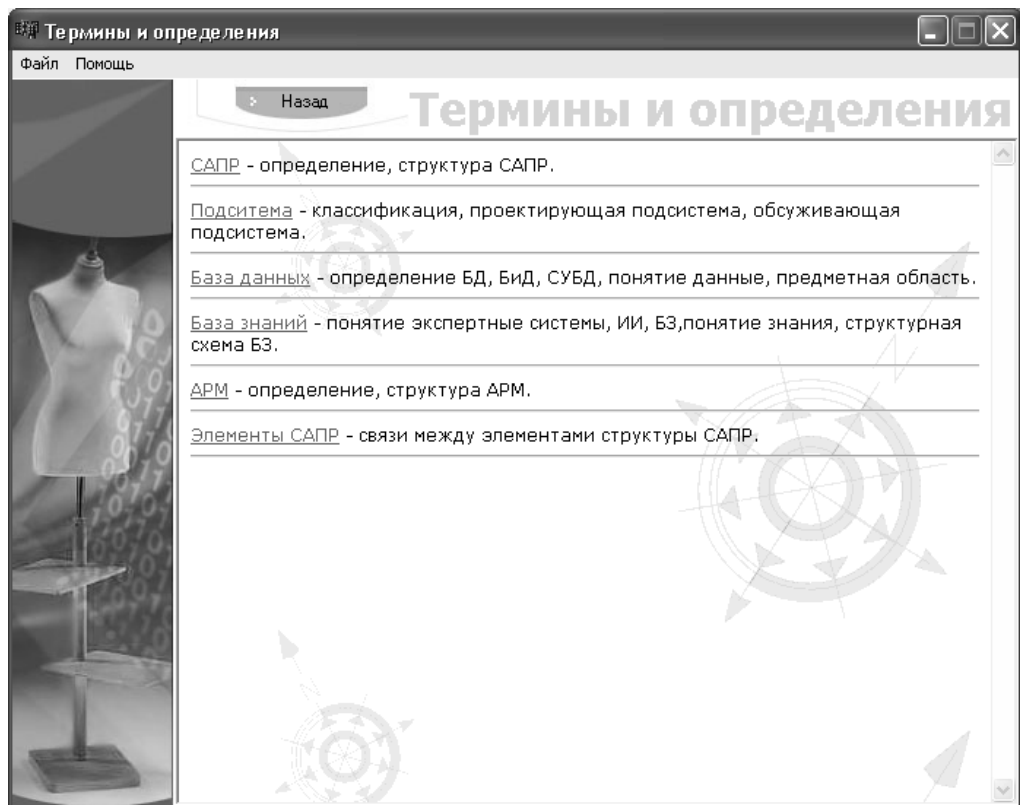


Рисунок 15 – Графическое изображение диалогового окна при выборе подраздела информации

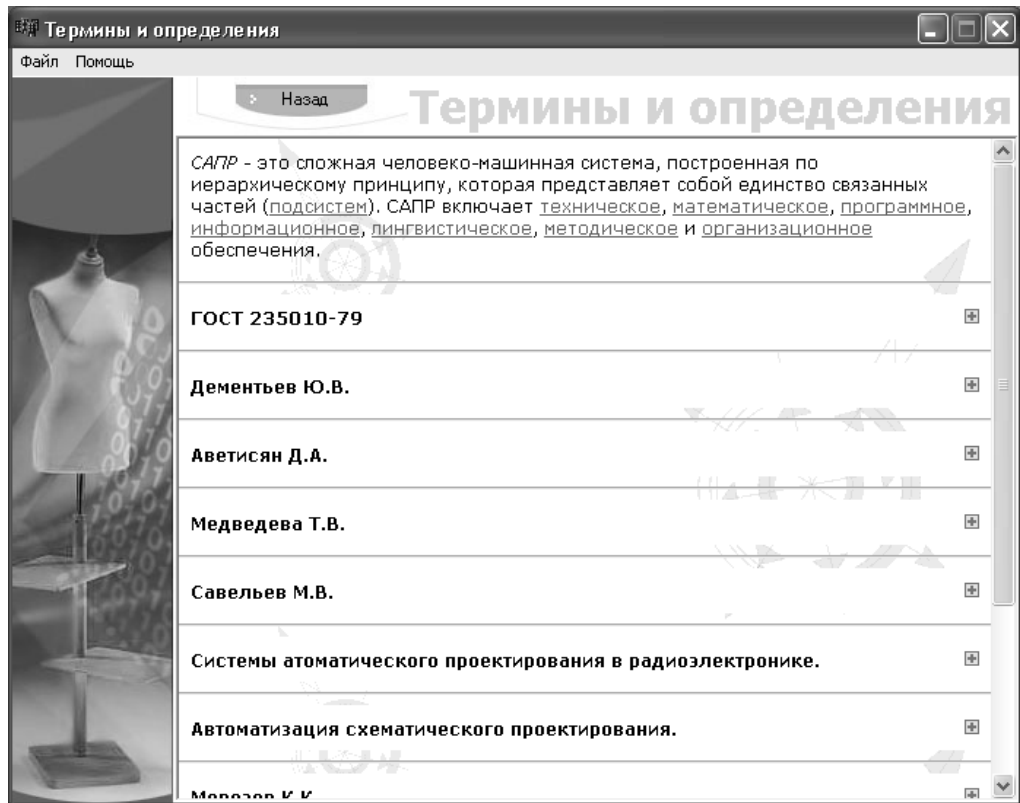


Рисунок 16 – Графическое изображение диалогового окна с представлением определения понятия и списком терминов других источников

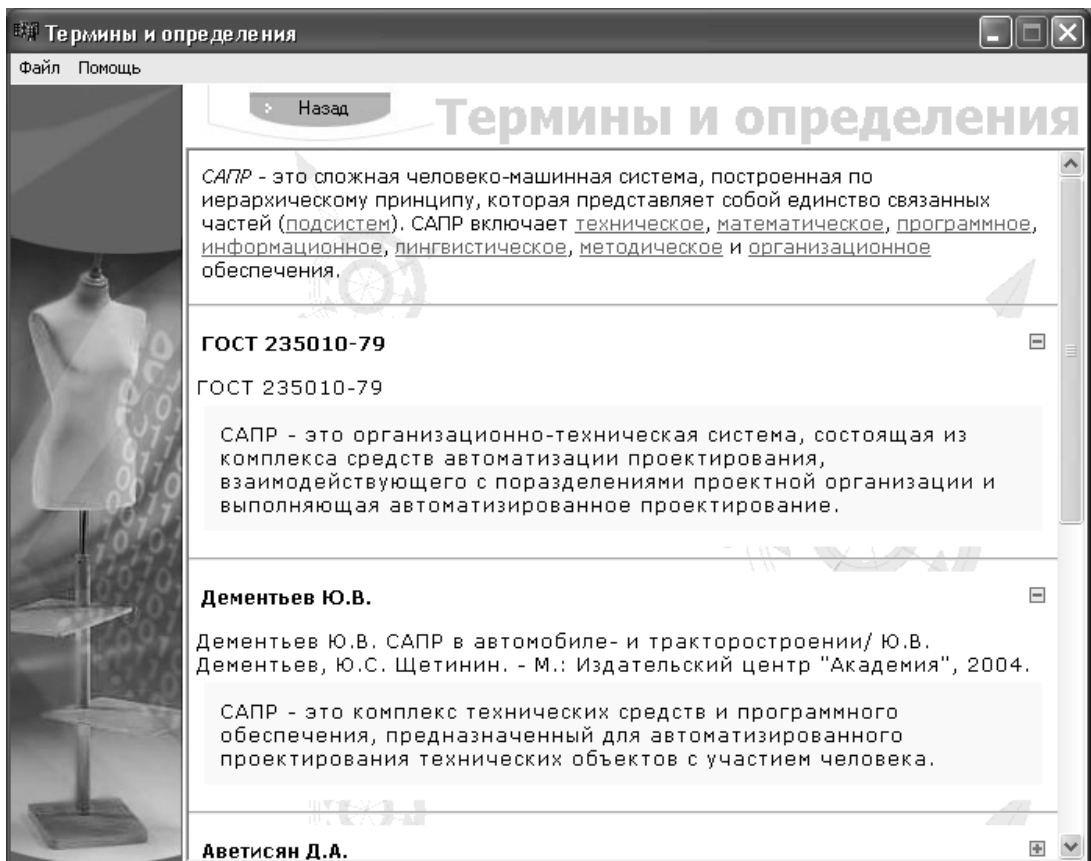


Рисунок 17 – Графическое изображение диалогового окна при активизации определений из цитатника

В случае если пользователю необходимо найти конкретную информацию в базе, то он может воспользоваться формой поиска. Поиск возможен в заголовках и по всем веб-страницам. Для работы достаточно будет выбрать соответствующую форму «Поиск» и в поле ввести текст, поиск которого требуется выполнить. В области задач «Результаты поиска» будет возможность выполнить определенные действия над найденной информацией, например, вывести их на печать или копировать ссылку в буфер обмена и др. Осуществление работ в данной форме станет возможным после составления алгоритмов к ней, которые будут созданы в ходе дальнейших разработок проектируемой БЗ. Трудность может представлять отображение найденной информации. Особенно когда база знаний станет достаточно большой и по одному термину будет содержаться множество записей или ссылок. Необходимо грамотно расставить между ними приоритеты, чтобы в первую очередь выводились самые актуальные данные. Это сократит анализ результатов поиска для пользователя в несколько раз. Для этих же целей следует организовать возможность уточнять свои запросы к базе. Например, проводить поиск по уже найденным записям, но для другого термина, что так же позволит сократить количество выводимых записей.

Одним из важнейших алгоритмов в программе является функция добавления и обновления данных в базе знаний. Это одно из основных отличий базы знаний от обычной БД. Программа организует удобный и простой способ внесения новой информации экспертом или инженером по знаниям и установление связей с уже имеющимися данными. Для автоматического осуществления знаний с уже имеющейся в базе информации необходимо будет лишь указать слова, по которым будет проведен поиск и при совпадении будет создана ссылка и сделана соответствующая запись в базе данных.

В настоящей работе выполнена макетная проработка базы знаний, раскрывающая потенциальные возможности представления знаний в базе. К работе прилагается разработанная на определенном этапе БЗ на электронном носителе. При разработке программного обеспечения использовались средства:

- среда разработки Borland C++ Builder;
- язык представления web-страниц HTML;
- БД, реализованная средствами указанной среды разработки.

При большей конкретизации требований и теоретического наполнения знаниями данной базы, ее функции будут значительно изменяться или дорабатываться с целью удовлетворения потребностей пользователей.

Выводы к 4 главе

1. Разработана логическая структура программного обеспечения базы знаний «теоретические основы САПРО» на основе анализа образа пользователя, его профессиональной подготовки и уровня подготовки в работе с компьютером.

2. Определены процедурно-ориентированный тип пользовательского интерфейса со свободно навигацией (графический интерфейс) и общие требования к нему.

3. Разработана начальная конфигурация базы знаний в виде схемы отдельных модулей, представляющих собой формы приложений с присущими им функциями.

4. Сформированы требования к осуществлению диалога с базой знаний. Определен процесс работы пользователя с программой путем описания функций программного обеспечения.

5. Разработана макетная проработка формируемой базы знаний. Осуществлена реализация модуля «Термины и определения».

Заключение

1. Существующие автоматизированные системы проектирования смешивают понятия элементов структуры САПР, что в конечном итоге приводит к стиранию границ определений между терминами. На основе обзора существующих САПР обоснована необходимость четкого разграничения определений в области автоматизированного проектирования одежды.

2. Осуществлены разграничения понятий в области САПРО, а также детализация объекта исследований (терминов и определений САПР) за счет представления теоретических основ САПРО в виде системы знаний.

3. Подтверждено, что создание базы знаний в области САПРО позволит сделать доступнее получение теоретических знаний в области автоматизированного проектирования одежды, уменьшить время поиска специалистами информации о теории автоматизированных систем.

4. По результатам исследований технической литературы, государственных стандартов, а также электронных ресурсов был сформирован ряд определений понятий «система автоматизированного проектирования», «подсистема», «проектирующая подсистема», «обслуживающая подсистема», «база данных», «автоматизированное рабочее место». Обзор определений представлен в цитатниках.

5. В результате анализа составленных цитатников сформулированы и детализированы определения рассматриваемых терминов. В качестве источников информации при формулировании конечных определений понятий из области автоматизированного проектирования были использованы нормативная документация, технические источники и учебные пособия различных областей производства, электронные ресурсы.

6. Сформулированы условия, при которых возможна взаимозаменяемость понятий САПР. Проектирующую подсистему можно рассматривать как САПР. База данных в некоторых случаях является проектирующей подсистемой, и, наконец, АРМ может одновременно функционировать как проектирующая подсистема, так и как мини-САПР.

7. Определено, что всю полученную в ходе исследований информацию необходимо представить в базе знаний «Теоретические основы САПРО».

8. Выдвинуты общие для всех баз знаний требования: терпимость к противоречиям, обеспечение вывода, дробность БЗ, обучаемость и способность к реструктурированию знаний.

9. За основу разрабатываемой базы знаний принята сетевая модель представления знаний, в основе которой лежит идея о том, что любые знания можно представить в виде совокупности объектов (понятий) и связей (отношений) между ними.

10. Проектируемая база знаний осуществляет комбинированную задачу «обучение» и призвана выполнять ряд простых задач: интерпретация данных; планирование; проектирование; управление.

11. Разработана семантическая сеть структуры базы знаний «Теоретические основы САПРО», которая включает разделы: создание систем автоматизированного проектирования; термины и определения; структура систем автоматизированного проектирования одежды.

12. Выявлено, что создание единой экспертной системы целесообразно в виде совокупности БЗ и КБД. В этом случае ЭС позволит получать пользователем не только знания теоретических основ, но и практического опыта и навыков.

13. Разработана логическая структура программного обеспечения базы знаний «теоретические основы САПРО» на основе анализа образа пользователя, его

профессиональной подготовки и уровня подготовки в работе с компьютером. Выбран процедурно-ориентированный тип пользовательского интерфейса со свободно навигацией (графический интерфейс) и общие требования к нему.

14. Разработана начальная конфигурация базы знаний в виде схемы отдельных модулей, представляющих собой формы приложений с присущими им функциями.

15. Сформированы требования к осуществлению диалога с базой знаний. Определен процесс работы пользователя с программой путем описания функций программного обеспечения.

16. Выполнена макетная проработка формируемой базы знаний, в которой осуществлена реализация модуля «Термины и определения».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Сурикова Г.И. Анализ современных САПР одежды [Электронный ресурс] / Информационно - аналитический портал «Ивановский текстиль». - 2002. - Режим доступа: http://www.vtextile.ru/articles/html/igta_articles/design04.news, свободный.
- 2 САПР для швейной промышленности [Электронный ресурс] / Julivi CAD/CAM Systems. – 2007. – Режим доступа: <http://www.julivi.com/index.php?do=news&action>, свободный.
- 3 Зак И.С. База данных и компьютерная система для подготовки производства фирменной одежды / И.С. Зак, Р.И. Сизова., Б.А. Козлов // Швейная промышленность. - 1998. - №1. – С. 37 - 39.
- 4 Ермолаева Н. Новое поколение промышленников выбирает САПР // Босс. – 2002. - № 6. - С.16.
- 5 Андреева М.В. Объективные критерии выбора САПР // В мире оборудования. – 2001. - №1. – С. 15 – 17.
- 6 Кузнецов И.К. Теоретические основы САПР [Электронный ресурс] / Теоретические основы САПР: Новости информационных технологий № 4 (29). – 2005. - Режим доступа: <http://www.kuznetsov-igor.boom.ru/recenz/IT29a.htm>, свободный.
- 7 Романов В.Е. Системный подход к проектированию специальной одежды.- М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. - 128 с.
- 8 Дементьев Ю.В. САПР в автомобиле- и тракторостроении / Ю.В. Дементьев, Ю.С. Щетинин. - М.: Академия, 2004. - 224 с.
- 9 САПР PAD System [Электронный ресурс] / Швейная промышленность. – 2006. – Режим доступа: <http://www.padsystem.ru/dnserror.aspx?FORM>, свободный.
- 10 Гаскаров Д.В. Интеллектуальные информационные системы.- М.: Высш. шк., 2003. – 431 с.
- 11 Острейковский В.А. Информатика.- М.: Высш. шк., 1999. – 511 с.
- 12 Частиков А.П. Разработка экспертных систем. Среда CLIPS / А.П. Частиков, Т.А. Гаврилова, Д.Л. Белов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 608 с.
- 13 Ясницкий Л.Н. Введение в искусственный интеллект. М.: Академия, 2005. – 176с.
- 14 Аветисян Д.А. Автоматизация проектирования электротехнических систем и устройств.- М.: Высш. шк., 2005. – 511 с.
- 15 Горбатов В.А. САПР систем логического управления / В.А. Горбатов, А.В. Крылов, Н.В. Федоров. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 232 с.

- 16 Федорук Л.Н. САПР. Информационное и прикладное программное обеспечение.- М.: Академия, 1999. – 188 с.
- 17 Дружинин Е.А. Развитие систем автоматизированного проектирования [Электронный ресурс] / Электронный журнал «Двигатель» № 3 (45). - 2006. - Режим доступа: <http://engine.aviaport.ru/issues/45/page56.html>, свободный.
- 18 Словарь по естественным наукам [Электронный ресурс] / Яндекс. Словари: Естественные науки. – 2007. - Режим доступа: http://slovari.yandex.ru/dict/gl_natural, свободный.
- 19 Медведева Т.В. Художественное конструирование одежды.- М.: ФОРУМ: ИНФА-М, 2003. - 480 с.
- 20 Савельев М.В. Конструкторско-технологическое обеспечение производства ЭВМ.- М.: Высшая школа, 2001. – 352 с.
- 21 Системы автоматизированного проектирования в радиоэлектронике. - М.: Радио и связь, 1986. – 611 с.
- 22 Автоматизация схемотехнического проектирования. - М: Радио и связь, 1987. – 516с.
- 23 Морозов К.К. Автоматизированное проектирование конструкций радиоэлектронной аппаратуры / К.К. Морозов, В.Г. Одинокоев, В.М. Курейчик. – М.: Радио и связь, 1983. – 485 с.
- 24 Автоматизация проектирования технологических процессов в машиностроении / В.С. Корсаков, Н.М. Капустин, К.-Х. Темпельгоф, Х. Лихтенберг. - М.: Машиностроение, 1985. – 515 с.
- 25 Овчинников М.А. Структура САПР [Электронный ресурс] / Кафедра Автомобильных дорог Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета. – 2006.-Режим доступа: <http://www.topomatic.ru/digest/part1/structure.php>, свободный.
- 26 Коблякова Е.В. Конструирование одежды с элементами САПР. – М.: Легпромиздат, 1988. – 464 с.
- 27 Скляр В.А. Автоматизация проектирования ЭВМ / В.А. Скляр, С.В. Новиков, В.Н. Яролик. - Минск: Выш. шк., 1990. – 328 с.
- 28 Петров А.В. Проблемы и принципы создания САПР / А.В Петров, В.М. Черненький. - М.: Легпромиздат, 1990. – 368 с.
- 29 Словарь терминов САПР [Электронный ресурс] / Системы автоматизированного проектирования. – 2007. – Режим доступа: <http://www.sapr4.narod.ru/issues/45/page56.html>, свободный.

- 30 Автоматизация проектирования радиоэлектронных средств. – М.: Высш. шк., 2000. – 318 с.
- 31 Радаев А.А. Состав и структура САПР [Электронный ресурс] / Теоретические основы структуры САПР. – 2005. – Режим доступа: <http://www.techno.edu.ru/db/msg/21384.html>, свободный.
- 31 Фролов В.Н. Автоматизированное проектирование технологических процессов и систем производства РЭС / В.Н Фролов, Я.Е. Львович, Н.П. Меткин. – М.: Высш. шк., 1991. – 538 с.
- 32 Методология создания баз данных [Электронный ресурс] / Северо-Кавказский Государственный Технический Университет. – 2007. – Режим доступа: <http://www.skgtu.ru/nauka/issues/45/page56.html>, свободный.
- 33 Принципы создания баз данных [Электронный ресурс] / Информационный портал создания систем автоматизированного проектирования. - 2006.- Режим доступа: <http://it.kgsu.ru/MSAccess/access01.html>, свободный.
- 34 Понятие базы данных (БД) и системы управления базами данных (СУБД) [Электронный ресурс] / Создание структуры базы данных. - 2005. - Режим доступа: <http://www.rbt1.ru/recenz/IT29a.htm>, свободный.
- 35 Наумович С.В. Использование компьютерных технологий в швейной промышленности [Электронный ресурс] / Центральный Научно – Исследовательский Институт швейной промышленности. – 2005. – Режим доступа: <http://www.cniishp.ru/index.php?pp=stat/Naumovich>, свободный.
- 36 Змитрович А.И. Базы данных. – Минск: Высш. шк., 1991. – 354 с.
- 37 Проектирование баз и хранилищ данных [Электронный ресурс] / Рефераты: Хранилище рефератов. – 2005. – Режим доступа: <http://bobysh.ru/referat/>, свободный.
- 38 Проектирование и структура баз данных и систем управления базами данных [Электронный ресурс] / Сибирская Государственная Геодезическая Академия. Научная работа. – 2005. – Режим доступа: <http://www.ssga.ru/digest/part1/structure.php>, свободный.
- 39 Автоматизированные рабочие места управленческого персонала. – Киев: Карта Молдовеняскэ, 1990 – 171 с.
- 40 Терминологическая база данных по информатике и бизнесу [Электронный ресурс]/ Развитие информационных систем в бизнесе. – 2006. – Режим доступа: <http://www.yas.yuna.ru/db/msg/21384.html>, свободный.

41 Методические указания для выполнения дипломного проекта, лабораторных и курсовых работ по дисциплинам "Информационные технологии", "Системы искусственного интеллекта", "Проектирование АСОИУ", "Разработка САПР" [Электронный ресурс] / Информационный портал Института Информационных технологий. – 2002. - Режим доступа: <http://www.asoiu.istu.ru/docs/m10.doc>, свободный.

42 ГОСТ 34.003-90. Автоматизированные системы. Термины и определения. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 12 с.

43 ГОСТ 235010-79. Системы автоматизированного проектирования. Основные положения. – М.: Изд-во стандартов, 1979. – 12 с.

44 Ожегов С.И. Толковый словарь русского языка: 80000 слов и фразеологических выражений / С.И. Ожегов, Н.Ю. Шведова. – Российская АН; Российский фонд культуры, 3-е изд., стереотипное - М.: АЗЪ, 1995. – 928 с.

45 ГОСТ 23501.0-89. Системы автоматизированного проектирования. Основные положения. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 12 с.

46 Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования. – М.: Изд-во МГТУ им. Баумана, 2002 – 336 с.

47 Автоматизация поискового конструирования (искусственный интеллект в машинном проектировании). – М.: Радио и связь, 1981. – 394 с.

48 Джексон П. Введение в экспертные системы: Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2001. – 624 с.

49 Мякишева И.Л. Разработка новых моделей одежды с использованием блочно-модульного метода: Дисс. на соиск. уч степени канд. техн. наук: (05.13.12). – Владивосток, 2004. – 174с.

50 Мухин С.П. Региональная поддержка развития информационно-технологической инфраструктуры предприятий // Качество и ИПИ (CALS) – технологии. – 2004. - № 1. – С. 11-14.

51 Лопота В.А. Проблемы развития и координации работ по критической технологии «Информационная интеграция и системная поддержка жизненного цикла продукции(CALS -, CAD-, CAM-, CAE-технологии) / В.А. Лопота, А.В. Суворинов // Качество и ИПИ (CALS) – технологии. – 2004. - № 1. – С. 3-8.

52 Олейник А.В. ИПИ / CALS – технологии: проблемы подготовки специалистов / А.В. Олейник, А.В. Суворинов, Л.М. Червяков // Качество и ИПИ (CALS) – технологии. – 2004. - № 1. – С. 21-26.

53 Иванова Г.С. Технология программирования. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. – 336 с.

54 Раскин Д. Интерфейс: новые направления в проектировании компьютерных систем: Пер. с англ. – СПб: Символ-Плюс, 2003. – 272 с.

55 Ганеев Р.М. Проектирование интерфейса пользователя средствами Win32 API. – М.: Изд-во МГТУ им. Баумана, 2007. – 399 с.

56 Лапин А.А. Интерфейсы. Выбор и реализация. – М.: Техносфера, 2005. – 168 с.

57 Проектирование пользовательского интерфейса на персональных компьютерах: стандарт фирмы IBM / Под ред. М. Дадашова. – Вильнюс: DBS LTD, 1992. - 186 с.

58 Джемардьян Т.Ю. Разработка информационной технологии процесса проектирования моделей одежды: Дисс. на соиск. уч. степени канд. техн. наук: (05.19.04). – М., 1997. – 153 с.