

Министерство образования и науки Российской Федерации
Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Балаковский инженерно-технологический институт -
филиал НИЯУ МИФИ

ФОРМАЛИЗАЦИЯ БАЗЫ ЗНАНИЙ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ

Методические указания к выполнению курсовой работы
по дисциплине «Интеллектуальные системы автоматического
управления»
для студентов технических направлений подготовки
всех форм обучения

Одобрено
редакционно-издательским советом
Балаковского инженерно-технологического
института

Балаково 2016

ВВЕДЕНИЕ

Экспертные системы – это прикладные системы искусственного интеллекта, в которых база знаний представляет собой формализованные эмпирические знания высококвалифицированных специалистов (экспертов) в какой-либо узкой предметной области, они аккумулируют эти знания и тиражируют их для консультации менее квалифицированных специалистов.

Экспертная система является инструментом, усиливающим интеллектуальные способности эксперта, и может выполнять следующие роли:

- консультанта для неопытных или непрофессиональных пользователей;
- ассистента в связи с необходимостью анализа экспертом различных вариантов принятия решений;
- партнера эксперта по вопросам, относящимся к источникам знаний из смежных областей деятельности.

База знаний – ядро экспертной системы, совокупность знаний предметной области, записанная на машинный носитель в форме, понятной эксперту и пользователю (обычно на некотором языке, приближенном к естественному).

Формализация базы знаний – важнейший этап проектирования экспертной системы. Эффективность экспертной системы определяется полнотой базы знаний, которая в свою очередь является фундаментом экспертной системы.

Целью курсовой работы является ознакомление студентов с принципами формализации баз знаний экспертных систем. В результате выполнения курсовой работы студенты получают знания по методам представления знаний, областям применения, а также научатся проектировать базу знаний экспертной системы в соответствии с решаемыми задачами.

СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа состоит из пояснительной записки. Общий объем пояснительной записки должен составлять 15-25 листов формата А4, включая иллюстрации.

Курсовая работа должна быть сброшюрована в следующей последовательности:

- титульный лист;
- содержание;
- введение;
- разделы, раскрывающие основные вопросы;
- заключение;
- список литературы;
- приложения.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ

Курсовая работа должна быть оформлена с соблюдением ряда требований:

1. Пояснительная записка должна быть оформлена в соответствии в общими требованиями к текстовым документам, представленными в ГОСТ 2.105 – 95 ЕСКД.

2. Каждый лист курсовой работы должен иметь рамку и основную надпись. Расстояние от рамки до границ текста в начале и в конце строк – не менее 3 мм, а от верхней или нижней строки текста до верхней или нижней линий рамки –10 мм. Абзацы в тексте начинают отступом, равным 20 мм.

3. На титульном листе номер страницы не ставится.

4. Каждый раздел должен начинаться с новой страницы. Перенос слов в заголовках не допускается.

5. Список использованной литературы приводится после заключения и оформляется в соответствии с ГОСТ 7.32-91. В него включаются все источники, упомянутые в тексте, а также те, которые автор использовал в ходе написания курсовой работы. Список литературы представляется в алфавитном порядке. Описание источника должно содержать: фамилию и инициалы автора, название книги или статьи, место и год издания, общее количество страниц. Нумерация источников в списке литературы сквозная. Описание каждого источника начинается с красной строки.

6. Тема для выполнения курсовой работы студентами очной формы обучения выбирается из предложенных вариантов и согласовывается с преподавателем, для студентов заочной формы обучения – с учетом места работы студента и его профессиональных навыков и предпочтений.

ЗАДАНИЕ НА КУРСОВУЮ РАБОТУ

1. Проанализировать проблемную область: выбрать объект исследования, для которого будет разрабатываться экспертная система.

2. Выделить декларативные и процедурные знания и осуществить формализацию базы знаний экспертной системы.

3. Построить дерево решений.

4. Реализовать решатель при помощи таблицы переходов.

5. Осуществить программную реализацию компонентов экспертной системы в оболочке построения экспертных систем EXPRO.

6. Варианты объектов исследования представлены в таблице 1.

Студенты очной формы обучения выполняют задания 1-5. Студенты заочной формы обучения выполняют задания 1-4.

Таблица 1

Варианты объектов исследования

Вариант	Объект исследования
1	2
1	Газовый котел
2	Блок питания
3	Система зажигания легкового автомобиля
4	Тормозная система легкового автомобиля
5	Водонагреватель
6	Монитор
7	Материнская плата
8	Холодильник
9	Двигатель внутреннего сгорания
10	Насос
11	Дрель
12	Перфоратор
13	Станочный модуль
14	Трансформатор тока
15	Телевизор
16	Кондиционер
17	Фотоаппарат
18	Кофемашина
19	Генератор
20	Коробка передач легкового автомобиля
21	Посудомоечная машина
22	Компрессор
23	Принтер
24	Сканер
25	Увлажнитель воздуха

ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Тема «Экспертная система поддержки процесса диагностирования автоматических станочных модулей»

1 Автоматический станочный модуль как объект исследования

В качестве объекта исследования рассматривается автоматический станочный модуль (АСМ) типа ТПАРМ, который предназначен для прецизионной обработки малогабаритных деталей машино- и приборостроения (размеры до 100 мм). Отличительной особенностью АСМ являются аэростатические направляющие суппорта и аэростатические опоры шпинделя, многоступенчатая фрикционная передача привода подачи и лазерный интерферометр – датчик обратной связи привода.

Станочный модуль имеет сложную иерархическую структуру (рис.1), представленную совокупностью функциональных подсистем различного уровня: формообразующая, вспомогательная и управляющая. Признак декомпозиции выбран для наглядного отображения особенностей взаимодействия основных элементов системы в процессе функционирования. Станочный модуль ТПАРМ-100 является системой большой размерности по количеству управляемых и наблюдаемых разномасштабных во времени и пространстве координат. Модуль можно рассмотреть как совокупность следующих блоков: станины, блоков поперечного и продольного перемещения инструмента; револьверной головки с резцами, шпинделя, лазерного интерферометра, манипулятора с магазином, системы подготовки воздуха, системы подачи охлаждающей жидкости, патрона с деталью, электронной системы.

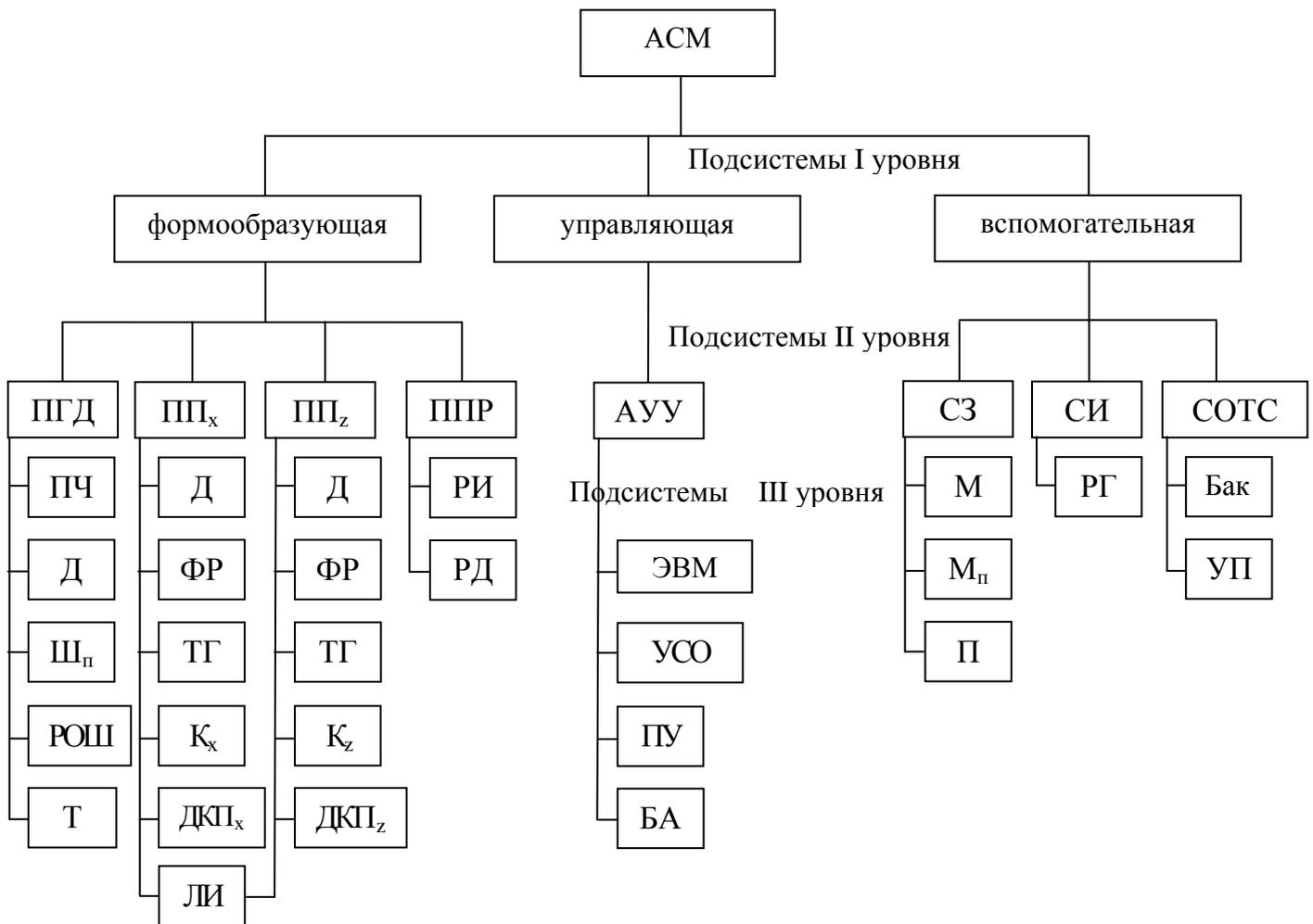


Рис. 1. Иерархическая структура АСМ [1]: ПГД – привод главного движения; ПП_x – привод поперечных перемещений; ПП_z – привод продольных перемещений; ППР – привод подачи резца; ПЧ – преобразователь частоты; Д – двигатель; Шп – шпиндель; РОШ – реле оптическое шпинделя; Т – тормоз; ЛИ – лазерный интерферометр; ФР – фрикционный редуктор; ТГ – тахогенератор; К_x, К_z – каретки по осям x и z; ДКП_x, ДКП_z – датчики крайнего положения по осям x и z; РИ – режущий инструмент; РД – резцедержка; АУУ – автоматическое управляющее устройство; УСО – устройство сопряжения; ПУ – пульт управления; БА – блок автоматики; СЗ – подсистема смены заготовки; М – магазин заготовок; Мп – манипулятор; П – патрон; СИ - подсистема смены инструмента; РГ – резцовая головка; Бак – бак с СОТС; УП – устройство подачи СОТС в зону резания

Последняя система имеет следующие самостоятельные функциональные единицы: микро-ЭВМ с периферией, блок обработки информации лазерного интерферометра, блок управления приводами кареток, блок управления вращением шпинделя, системы охлаждения и другие.

В любой из представленных подсистем в процессе функционирования может произойти отказ. Отказы могут быть как параметрическими, так и функциональными.

В системе программного управления АСМ реализованы элементы функционального и тестового диагностирования управляющей микро-ЭВМ, а также контроль отдельных функциональных блоков (ФБ) по позиционно-временным признакам. При возникновении неисправности на дисплее АСМ высвечивается сигнал отказа подсистемы.

Таким образом возникает задача поддержки обслуживающего персонала при анализе диагностической информации. Ее решение опирается на информацию об отказах и восстановлениях подсистем модулей, на логические рассуждения, анализ и перебор вариантов, и для решения которой необходимо привлечение экспертов в данной области. В связи с этим возникает целесообразность разработки экспертной системы, осуществляющей поддержку процессов диагностирования и восстановления АСМ, причем наиболее важным это является для диагностирования формообразующей подсистемы.

2 Разработка базы знаний экспертной системы поддержки процесса диагностирования АСМ

2.1 Диагностические параметры основных подсистем АСМ

Для формализации базы знаний экспертной системы более детально рассмотрим формообразующую подсистему, которая состоит из подсистемы привода главного движения (рис. 2), подсистемы продольных перемещений z (рис. 3), подсистемы поперечных перемещений x (рис. 4), подсистемы процесса резания.

Все эти подсистемы между собой взаимосвязаны, поэтому возникновение неисправностей в одной из подсистем могут стать

причиной отказа какого-либо элемента другой подсистемы. Формообразующая подсистема состоит из привода главного движения (ПГД), подсистемы привода подач (ПП) (привод поперечных ПП_x и привод продольных перемещений ПП_z), привода револьверной головки (ППР).

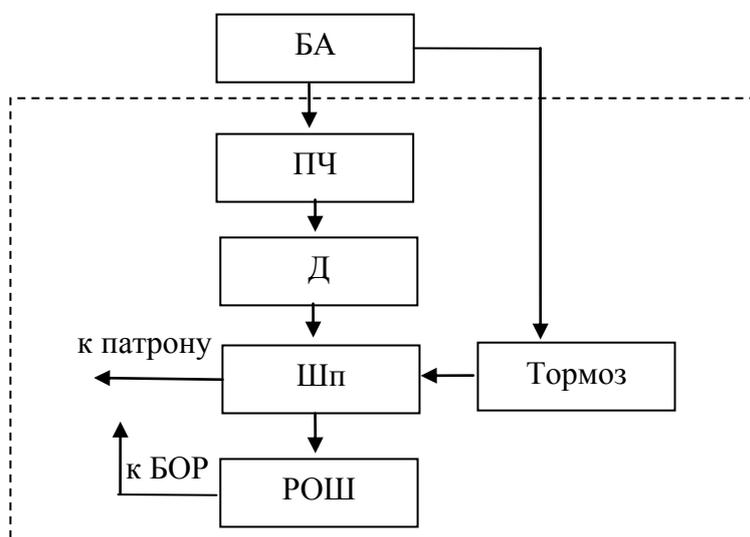


Рис.2.Функциональная схема подсистемы привода главного движения: БА – блок автоматики; ПЧ – преобразователь частоты; Д – двигатель; Шп – шпиндель; РОШ – реле оптическое шпинделя; БОР – блок оптических развязок

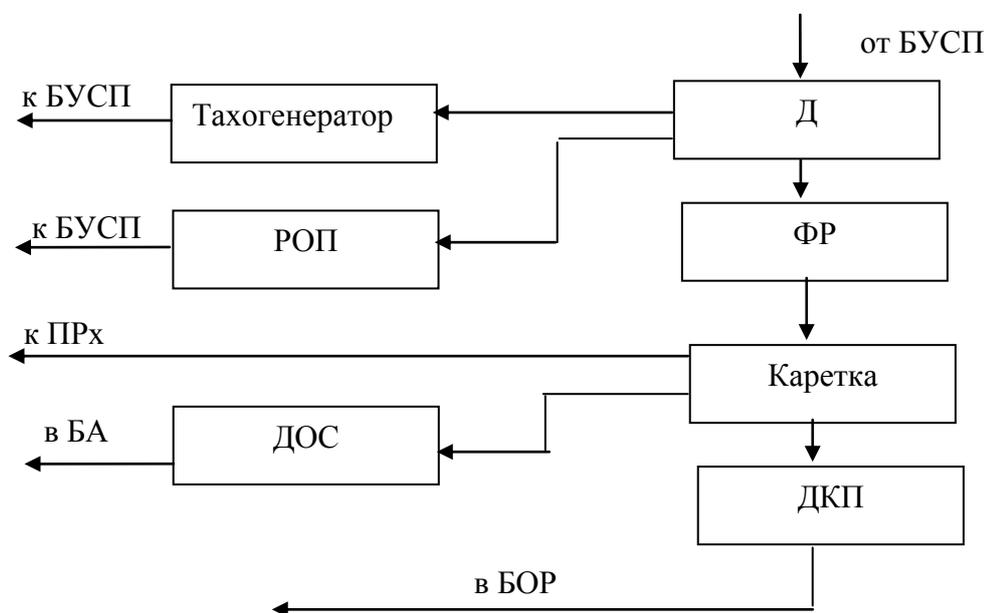


Рис. 3. Функциональная схема подсистемы продольных перемещений: БУСП – блок усилителей приводов; ПРх – привод x; БА – блок автоматики; ДОС – датчик обратной связи; ДКП – датчик крайнего положения; ФР – фрикционный редуктор; Д – двигатель

Подсистема ПГД состоит из преобразователя частоты (ПЧ), двигателя, шпинделя, тормоза, реле оптическое шпинделя (РОШ), плоскоременной передачи (соединяет шпиндель и двигатель).

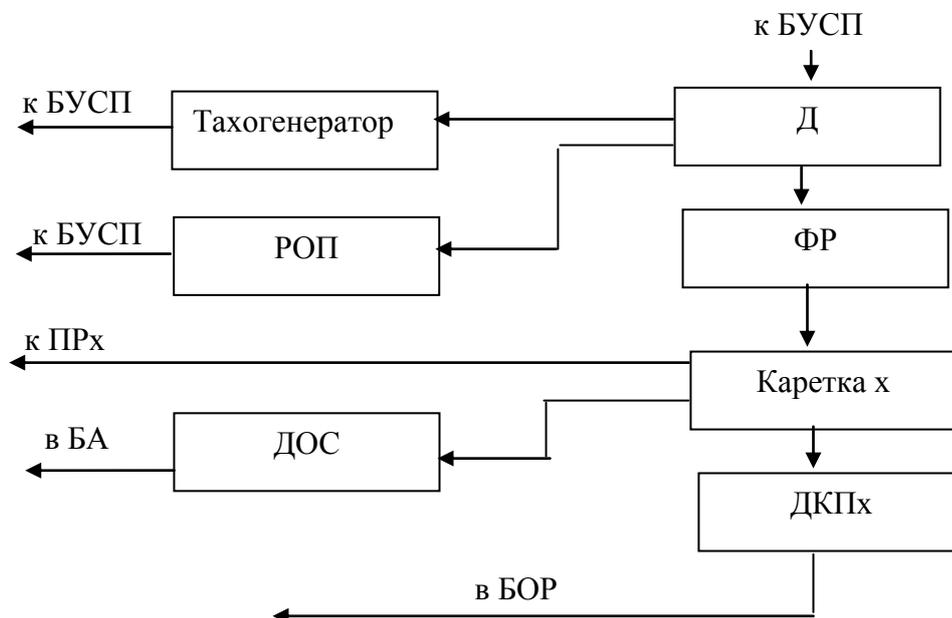


Рис.4. Функциональная схема подсистемы поперечных перемещений: БУСП – блок усилителей приводов, ПРх – привод x, БА – блок автоматики, ДОС – датчик обратной связи, ДКП x – датчик крайнего положения по x, ФР – фрикционный редуктор, Д – двигатель

Задание частоты вращения шпинделя осуществляется от блока автоматики (БА) путем изменения частоты тока на выходе преобразователя частоты (ПЧ). Частота вращения шпинделя контролируется внутренней системой диагностирования АСМ путем сравнения сигнала с РОШ с заданным сигналом. Если сигнал не соответствует заданному, привод отключается, и на дисплее высвечивается код отказа ПГД. Для определения отказавшего ФБ в качестве диагностических параметров были выделены следующие:

1. Скорость вращения шпинделя.
2. Сигнал с РОШ.
3. Напряжение на БА.
4. Сигнал с ПЧ.

Подсистема привода подач состоит из привода z и привода x , включающих двигатели постоянного тока (Dx и Dz) и фрикционные редукторы (ФР). При помощи фрикционных редукторов вращение двигателя преобразуется в поступательное движение соответствующих кареток. Контроль крайнего положения каретки осуществляется с помощью датчиков крайнего положения, сигнал с датчиков поступает в управляющую подсистему. Система программного управления модулем предусматривает разделение отказов по ситуациям: нет совпадения по X или Z , нет крайнего положения X или Z , несовпадение координат, рассогласование X или Z . Данной информации недостаточно для определения ФБ, в котором возможны функциональные изменения, повлекшие за собой возникновение рассмотренных выше ситуаций (нет крайнего положения по X или Z и другие). Для выявления отказавшего ФБ диагностируется вся подсистема привода и встроенными и внешними системами диагностирования. В качестве диагностических параметров были выделены следующие:

1. Скорость перемещения кареток.
2. Скорость вращения двигателей (сигнал с тахогенератора).
3. Усилие, развиваемое приводами подач в направлении перемещения.

2.2 Формализация базы знаний экспертной системы

База знаний является основой любой экспертной системы не зависимо от предметной области. На этапе формализации базы знаний (БЗ) необходимо выбрать модель представления знаний.

Выделяют пять моделей баз знаний:

- продукционную модель;
- семантические сети;
- фреймы;

- формальные логические модели;
- объектно-ориентированные модели.

База знаний ЭС состоит из двух компонент: декларативной и процедурной. Декларативная компонента содержит поверхностные знания о предметной области: информацию о сущностях, свойствах сущностей и связях между ними. Данные о надежности функционирования АСМ, были сгруппированы в соответствии с иерархической структурой АСМ. Для реализации декларативной компоненты БЗ выбрана объектно-ориентированная модель (рис.5). Декларативная компонента учитывает специфику АСМ и особенности его функционирования. Процедурная компонента содержит правила, применяемые для преобразования декларативной информации.

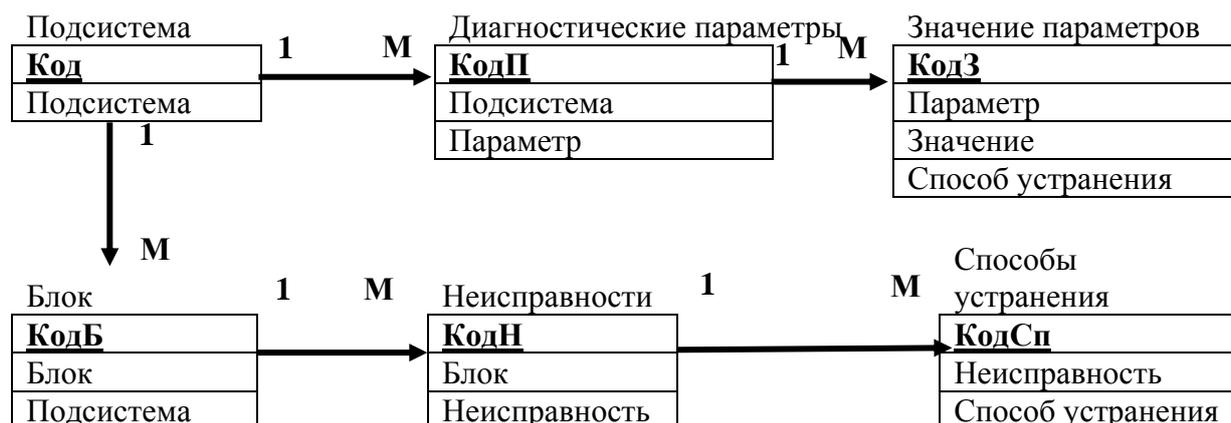


Рис.5. Модель декларативной компоненты базы знаний

Декларативная компонента учитывает специфику АСМ и особенности его функционирования. Процедурная компонента содержит правила, применяемые для преобразования декларативной информации.

Для реализации процедурной компоненты выбрана продукционная модель. Таким образом, база знаний ЭС является комбинированной т.к. содержит два вида моделей представления знаний. Выбор такого подхода к разработке БЗ обусловлен следующим. Недостатком моделей продукционного типа является недостаточное глубокое отражение

проблемной области, что сказывается на гибкости формирования запросов при диалоге пользователя с ЭС. Данный недостаток снимается в объектно-ориентированной модели, что обуславливает выбор модели данного типа для реализации декларативной компоненты ЭС. Но в производственной модели организация работы механизма вывода более гибкая. Поэтому для организации процедурной компоненты выбрана производственная модель данных.

Процедурная компонента представлена производственными правилами вида:

Если ПРЕДПОСЫЛКА, то ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Правило состоит из двух частей: предпосылки и заключения. Предпосылка и заключение являются фактами. Для представления фактов используется пара сущность-значение. Сущность представляет физические объекты проблемной области, такие как подсистемы АСМ, диагностические параметры, значение параметров. Понятие сущность в БЗ объединено с понятием атрибут в БД (декларативная компонента). Значение является строковой величиной, например «Шпиндель не набирает нужных оборотов», «Манипулятор захватывает заготовку» и т.п. Заключение содержит только один факт, а предпосылка может содержать как один, так и несколько фактов, которые одновременно имеют место.

Метаправило, как и правило состоит из двух частей: предпосылки и заключения. Предпосылка в метаправилах выражена фактами, а заключение указывает на подзадачу, на которую следует перейти. Метаправила управляют очередностью активизации правил и позволяют оптимизировать процесс поиска решения.

Рассмотрим принцип построения производственных правил. При диагностировании отказавшей подсистемы АСМ, проверяется соответствие значения параметра диагностирования эталонным значениям в соответствии с (1).

Так как измерить параметры диагностирования непосредственно на АСМ сложно, для определения его состояний используются выходные сигналы отдельных блоков z_i .

$$z_{in} \leq z_i \leq z_{is} \quad (1)$$

где z_{in} и z_{is} – нижнее и верхнее допустимые значения параметра

Для формирования продукционных правил используются бинарные признаки x_i , определяемые следующим образом:

$$x_i = \begin{cases} 1 & \text{если } z_i \in z_{in} \leq z_i \leq z_{is} \\ 0 & \text{если } z_i \notin z_{in} \leq z_i \leq z_{is} \end{cases} \quad (2)$$

Таким образом, если параметр соответствует эталонным значениям, то он равен 1, если не соответствует, то 0.

2.2.1 Формирование продукционных правил при диагностировании привода подач формообразующей подсистемы автоматизированного станочного модуля типа ТПАРМ. Для формообразующей подсистемы АСМ были составлены 10 продукционных правил.

Правило 1. Если «Отказ привода подачи» и «Диагностический параметр. Скорость перемещения каретки=1», то «Заключение = Необходимо проконтролировать максимальную развиваемую силу при упоре каретки о динамический упор».

Правило 2. Если «Отказ привода подачи» и «Диагностический параметр. Скорость перемещения каретки=0», то «Заключение = Необходимо проверить напряжение на блоке усилителей приводов».

Правило 3. Если «Отказ привода подачи» и «Диагностический параметр. Сигнал с тахогенератора = 1», то «Заключение = Произвести ремонт двигателя и муфты».

Правило 4. Если «Отказ привода подачи» и «Диагностический параметр. Сигнал с тахогенератора = 0», то «Заключение = Произвести ремонт муфты и фрикционной механической передачи».

Правило 5. Если «Отказ привода подачи» и «Диагностический параметр. Максимальная сила = 1», то «Заключение = Ремонт датчика обратной связи».

Правило 6. Если «Отказ привода подачи» и «Диагностический параметр. Максимальная сила = 0», то «Заключение = Проверить скорость вращения двигателя».

Правило 7. Если «Отказ привода подачи» и «Диагностический параметр. Напряжение на блоке усилителей приводов = 1», то «Заключение = Разомкните цепь обратной связи и проконтролируйте напряжение на БУС».

Правило 8. Если «Отказ привода подачи» и «Диагностический параметр. Напряжение на блоке усиления приводов=0», то «Заключение = Ремонт БУСП».

Правило 9. Если «Отказ привода подачи» и «Диагностический параметр. Контроль тахогенератора = 1», то «Заключение = Ремонт фрикционной механической передачи».

Правило 10. Если «Отказ привода подачи» и «Диагностический параметр. Контроль тахогенератора=0», то «Заключение = Ремонт тахогенератора».

2.2.2 Формирование продукционных правил при диагностировании привода главного движения формообразующей подсистемы автоматизированного станочного модуля типа ТПАРМ. Рассмотрим формализацию продукционных правил для привода главного движения формообразующей подсистемы.

Правило 1. Если «Отказ привода главного движения» и «Диагностический параметр. Скорость вращения шпинделя=1», то «Заключение = Необходим ремонт управляющей подсистемы».

Правило 2. Если «Отказ привода главного движения» и «Диагностический параметр. Скорость вращения шпинделя=0», то «Заключение = Сравнить сигнал с блока автоматики с заданным».

Правило 3. Если «Отказ привода главного движения» и «Диагностический параметр. Напряжение на блоке автоматики=0», то «Заключение = Необходим ремонт блока автоматики».

Правило 4. Если «Отказ привода главного движения» и «Диагностический параметр. Напряжение на блоке автоматики = 1», то «Заключение = Необходимо проконтролировать сигнал с преобразователя частоты».

Правило 5. Если «Отказ привода главного движения» и «Диагностический параметр. Сигнал с преобразователя частоты = 1», то «Заключение = Проверьте ременный привод».

Правило 6. Если «Отказ привода главного движения» и «Диагностический параметр. Сигнал с преобразователя частоты=0», то «Заключение = Необходимо отремонтировать преобразователь частоты».

Правило 7. Если «Отказ привода главного движения» и «Диагностический параметр. Натяжение ремня = 1», то «Заключение = Необходимо провести ремонт двигателя, шпинделя и тормоза шпинделя».

Правило 8. Если «Отказ привода главного движения» и «Диагностический параметр. Натяжение ремня=0», то «Заключение = Необходимо натянуть ремень».

На рис.6 представлена функциональная модель, отражающая процесс решения задачи при определении причин неисправностей привода подачи формообразующей подсистемы на основе анализа диагностической информации, учитывающая иерархическую структуру АСМ.



Рис.6. Функциональная модель базы знаний: ПП – подсистема привода подач

2.3 Реализация решателя с помощью таблицы переходов

По полученной функциональной модели базы знаний составим таблицу переходов. Таблица состоит из трех столбцов.

Столбец «Конец поиска» будет указывать на продолжение поиска (0) или его окончание (1).

Таблица 1

Управление переходами состояний

Начальное состояние	Конечное состояние	Конец поиска
0	1	0
1	6	1
1	7	1
0	2	0
2	8	1
2	9	1
0	3	0
3	10	1
3	11	1
0	4	0
4	12	1
4	13	1
0	5	0
5	14	1
5	15	1

Таблица 1 «Управление переходами состояний» используется для реализации работы Машины вывода (Решатель). Она управляет «движением» системы от одного состояния к другому по дереву решений или выдает решение экспертной системы и останавливается, если встречает «1» в столбце «Конец поиска».

3 Программная реализация компонентов экспертной системы в оболочке EXPRO

3.1 Оболочка построения экспертных систем EXPRO

Оболочка экспертных систем EXPRO предназначена для построения экспертных систем (ЭС) различного назначения.

Построение экспертных систем в данной оболочке состоит в формализации задач предметной области с помощью языка представления знаний EXPRO, ввода правил и фактов в базу знаний (БЗ). После

наполнения БЗ и отладки ее средствами оболочки EXPRO, появляется возможность решать задачи предметной области, используя знания высококвалифицированных специалистов-экспертов.

В системе EXPRO реализована стратегия обратного и прямого вывода.

Прямой порядок — от фактов к заключениям. В экспертных системах с прямыми выводами по известным фактам отыскивается заключение, которое из этих фактов следует. Если такое заключение удастся найти, оно заносится в рабочую память. Прямые выводы часто применяются в системах диагностики, их называют выводами, управляемыми данными.

Обратный порядок вывода - от заключений к фактам. В системах с обратным выводом вначале выдвигается некоторая гипотеза о конечном суждении, а затем механизм вывода пытается найти в рабочей памяти факты, которые могли бы подтвердить или опровергнуть выдвинутую гипотезу. Процесс отыскания необходимых фактов может включать достаточно большое число шагов, при этом возможно выдвижение новых гипотез (целей). Обратные выводы управляются целями.

Интерфейс системы EXPRO представляет собой стандартное Windows-приложение с главным меню, панелью инструментов, и строкой состояния (рис.7).

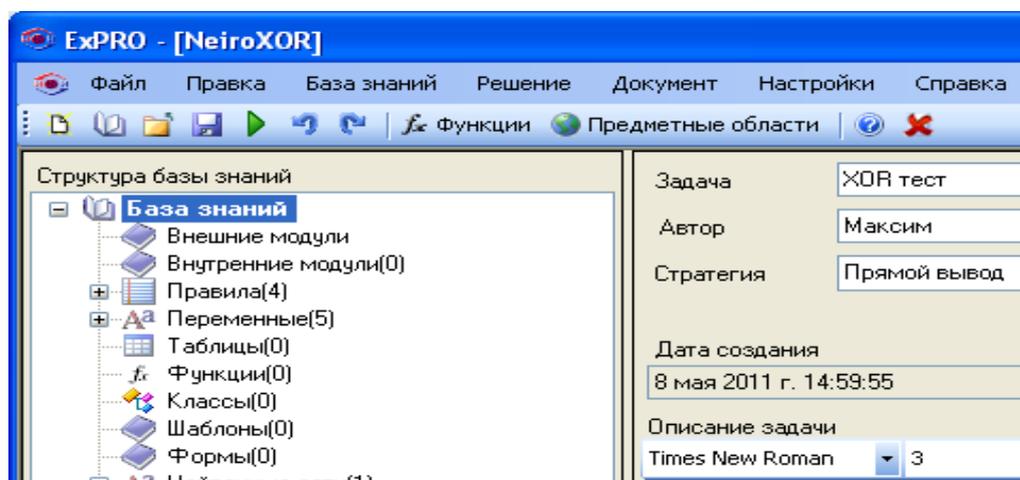


Рис.7. Главное меню оболочки EXPRO

Кроме основного окна в системе существует большое количество рабочих диалоговых окон, которые описаны в соответствующих разделах.

Главное меню системы является классическим меню Windows и состоит из 6 пунктов:

- Файл
- Правка
- Вид
- База знаний
- Решение
- Документ
- Настройка
- Справка

При нажатии на один из пунктов на экране появляется подменю со списком команд. Многие команды главного меню продублированы кнопками на панели инструментов. Такие команды имеют слева от названия небольшой рисунок.

На рисунках 8-11 представлены основные меню интерфейса оболочки.

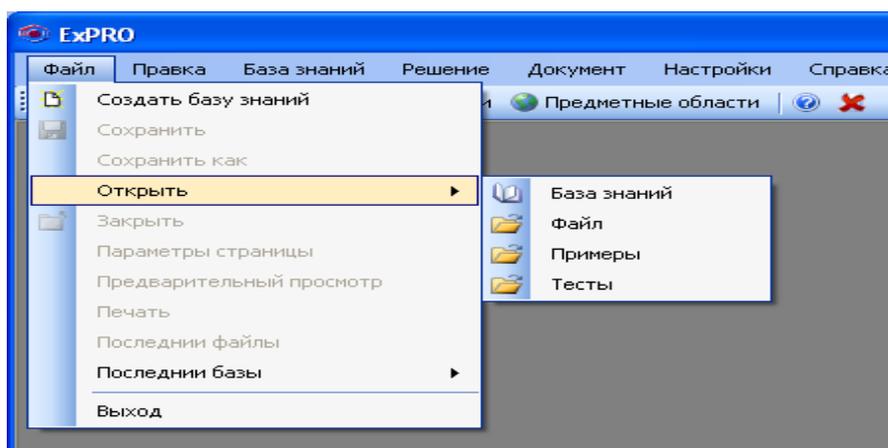


Рис.8. Меню **Файл**

В Меню **База знаний** находятся команды для работы с базами знаний.

Меню **Решение** (рис. 11) содержит команды, связанные с решением задачи и отображением результатов решения.

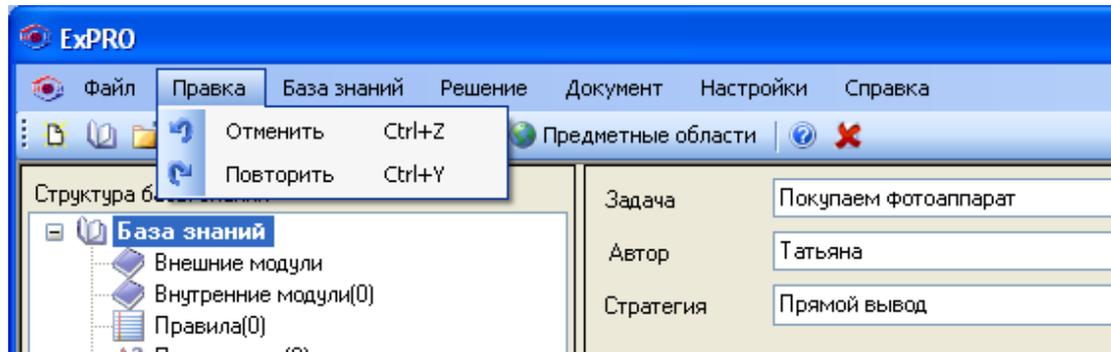


Рис.9. Меню **Правка**

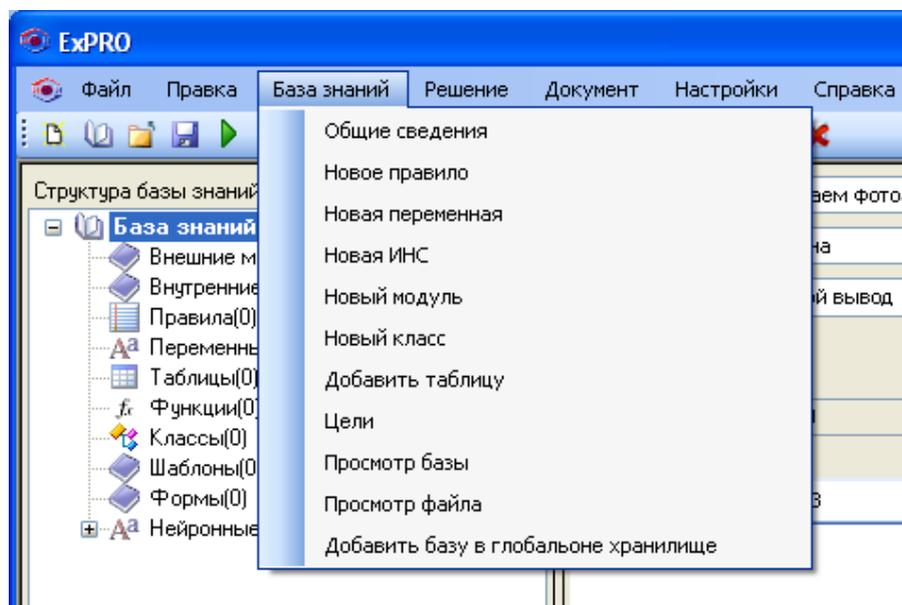


Рис.10. Меню **База знаний**

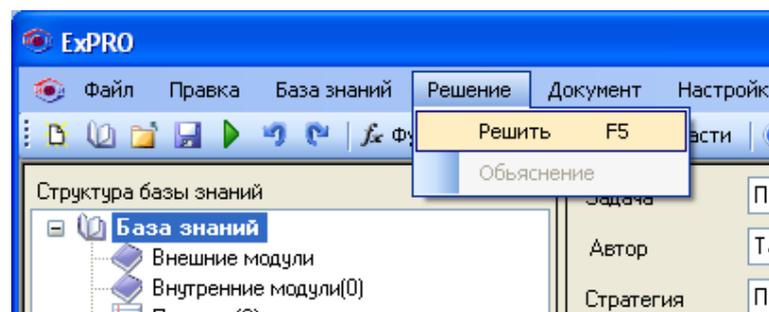


Рис.11. Меню **Решение**

Решение — запускает трансляцию базы знаний и, в случае успешной трансляции, отображает диалоговое окно **Решение**.

Меню **Документ** содержит команды для создания отчетов и переноса результатов решения в формат Microsoft Word, позволяет создать и

выбрать шаблон. Шаблоны используются при создании типовых баз знаний.

Меню **Настройка** содержит команды, открывающие диалоговые окна настроек системы EXPRO.

- **Шаблоны...** — открывает диалоговое окно управления шаблонами.

- **Шрифты...** — открывает диалоговое окно управления шрифтами.

В меню справка находятся команды вызова справочной системы и отображения информации о программе.

- **Справка** — открывает справочную систему.

- **О программе** — открывает окно **О программе**, содержащее информацию о версии системы EXPRO, ее создателях и год выпуска.

Для создания и редактирования базы знаний в оболочке EXPRO предусмотрено окно **Структура базы знаний** (рис.12).

Для создания правил необходимо выбрать раздел **Правила** (рис.7). В данном редакторе можно ввести название правила, внести правило базы знаний, добавить комментарий.

В языке EXPRO используются несколько групп функций: ввод вывод данных, функции управления, вычислительные функции и т.д.

Рассмотрим группу ввода и вывода данных.

ВВОД – ввод данных.

Выполняет ввод числовых и символьных значений переменных.

Описание: <Переменная>=ВВОД(<Комментарий>), где Переменная – имя переменной; Комментарий – символьная константа, выводимая в диалоговом окне при вводе данных.

Переменной присваивается вводимое значение.

Пример:

Возраст=ВВОД("Возраст пациента")

ВЫБОР – ввод данных из списка значений.

Выполняет ввод данных из списка значений.

Описание: $\langle \text{Переменная} \rangle = \text{ВЫБОР}(\langle \text{Комментарий} \rangle, [\langle \text{Список} \rangle])$,
где Список – список значений или переменных, значения которых заданы.

ВВОДСП – ввод списка значений и переменных.

Выполняет ввод списка данных. Признаком окончания ввода является ввод пустого значения.

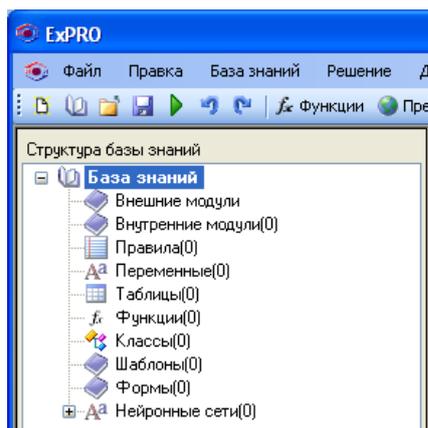


Рис.12. Структура базы знаний

Описание: $\langle \text{Переменная} \rangle = \text{ВВОДСП}(\langle \text{Комментарий} \rangle)$, где
Комментарий – символьная константа, выводимая в диалоговом окне при вводе данных.

Пример:

Координаты=ВВОДСП("Координаты точки")

После ввода списка: Координаты=[40,32,70]

ВВОДБЛ – ввод блока данных.

Вводит данные по списку, отображаемому в диалоговом окне.

Описание: $\langle \text{Переменная} \rangle = \text{ВВОДБЛ}(\langle \text{Комментарий} \rangle, [\langle \text{Список переменных} \rangle])$

Пример:

ДРент=ВВОДБЛ ("Данные для показателя рентабельности собственного капитала", [Чистая прибыль, Резервный капитал, Целевое финансирование])

ВЫВОД – вывод данных в диалоговое окно.

Выполняет вывод констант и значений переменных.

Описание: ВЫВОД(<Параметры>), где

Параметры=<Число>|<Строка>|нс|<Переменная>|<Список>; нс – перевод на новую строку.

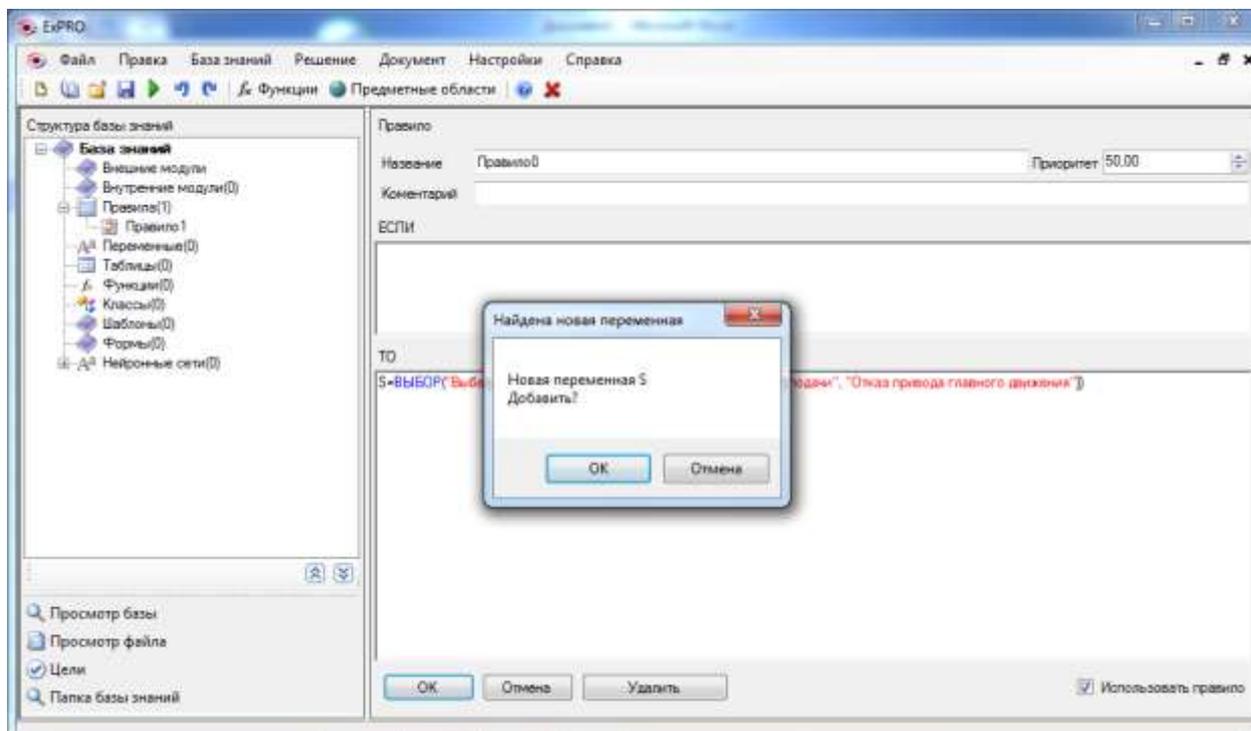


Рис. 13. Редактор правил

Пример:

ВЫВОД(Модель оборудования)

ВЫВОД("Диагностика заболеваний")

ВЫВОД("Размер годовой прибыли: Пг=", Пг), где Пг – численное значение переменной

РИСУНОК – вывод рисунка.

Описание: <Имя переменной> = РИСУНОК(<СТР>), где

СТР=Строка|<Переменная>.

Рисунок выводится в окно результата. Можно открывать несколько рисунков. Окна рисунков закрываются пользователем.

Пример:

FI="plush.jpg"

Рис1=ИСУНОК(FI)

РИСУНОК("plush.jpg")

3.2 Программная реализация экспертной системы поддержки процесса диагностирования АСМ

Создадим нулевое правило дерева решений (см. рис. 6). Реализация этого правила представлена на рис. 14. Данное правило позволяет осуществить выбор отказавшей подсистемы АСМ.

Рис. 14. Правило «0»

После заполнения формы нажимаем на кнопку **Ок**. Редактор идентифицирует созданную переменную S и предлагает добавить эту переменную. После нажатия на кнопку **Ок**, в окне **Структура базы знаний** во вкладке **Переменные** появится новая переменная S, а во вкладке **Правила** появится новое первое созданное правило «0». Для создания нового правила необходимо привести курсор мыши на вкладку **Правило** и нажать левую клавишу.

На рис. 15 представлено правило «Выбор диагностического параметра».

Данное правило позволяет осуществить выбор параметра диагностирования. В дереве решений (см. рис.6) данные параметры представлены блоками 1-5.

Рис. 15. Правило «Выбор диагностического параметра»

Как уже отмечалось ранее, в соответствии с (2) данные параметры принимают значение 1 и 0. Каждому значению соответствует своя рекомендация (см. рис.6).

На рис. 16 представлено правило 1. Если параметр диагностирования соответствует эталонным значениям, то необходимо выбрать значение «1», в противном случае «0».

Рис.16. Правило 1

Правила, реализующие условия выбора, представлены на рис.17-18.

Рис. 17. Правило 1.0

Аналогичным образом создаются другие правила.

После осуществления ввода всех правил, необходимо выбрать целевую переменную. Для рассмотренного примера такой переменной является переменная «неисправность» (см. рис.17-18).

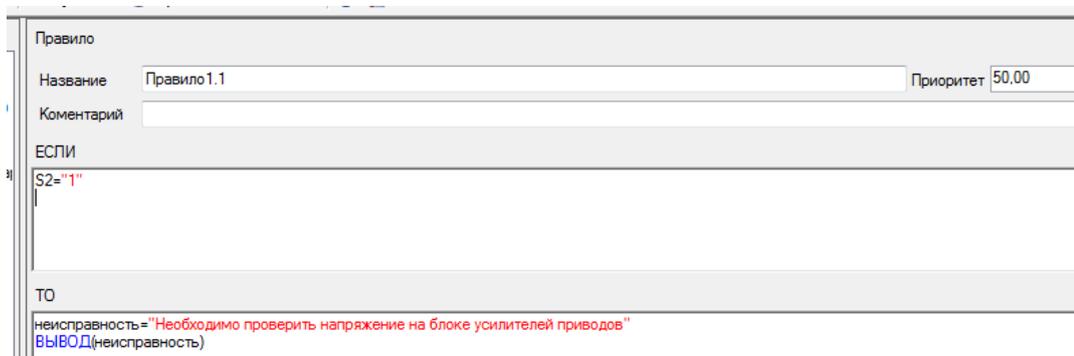


Рис.18. Правило 1.1

Все элементы дерева решений, на которых заканчивается поиск, в данном примере задаются этой переменной. Но для каждой ситуации она будет принимать свое значение.

После ввода всех правил необходимо перейти во вкладку **База знаний** основного меню и выбрать вкладку **Цели**. Откроется форма, в соответствии с рис. 19.

Созданную базу знаний необходимо сохранить и запустить на кнопку **Решить** на панели основного меню (рис.20).

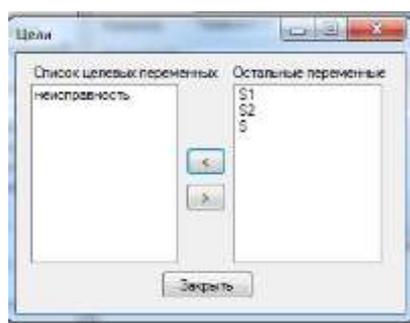


Рис.19. Цели

Нажмите на **ПОИСК**. Экспертная система запустится.

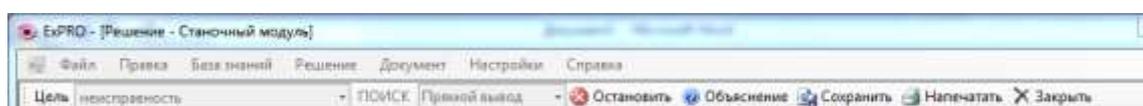


Рис. 20. Запуск экспертной системы

После окончания поиска экспертная система выдает рекомендацию, в соответствии с рис. 21.

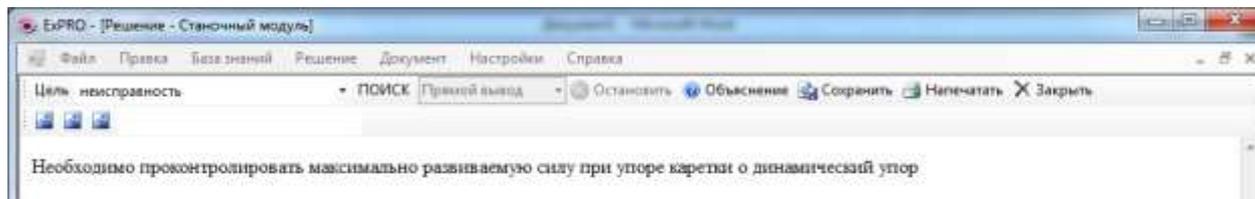


Рис.21. Результат поиска

Если полученное заключение не вызывает доверия у пользователя, то экспертная система предложит объяснение (Рис.22).

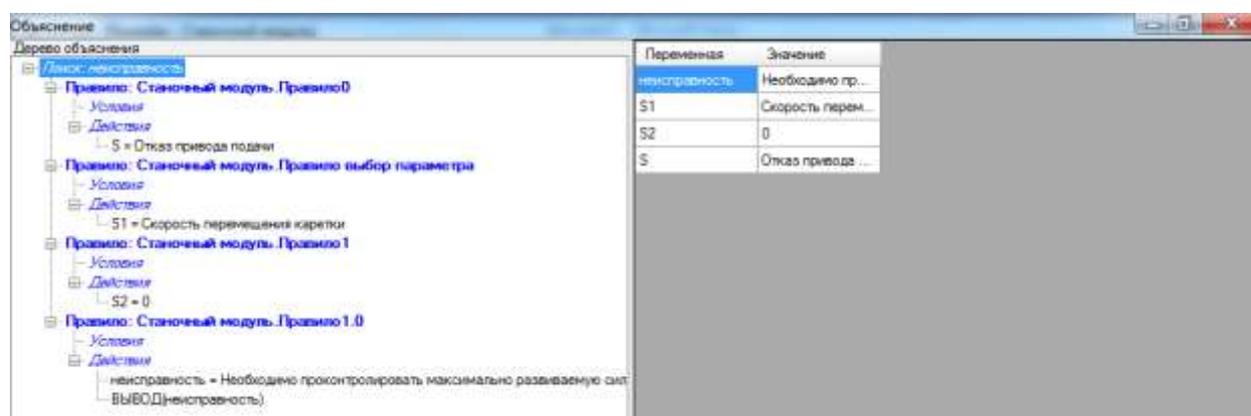


Рис. 22. Объяснение полученного решения

Заключение

В результате выполнения курсовой работы, проанализированы и структурированы данные об отказах АСМ ТПАРМ-100. Для формирования БЗ и БД экспертной системы отказы были сгруппированы в соответствии с иерархической структурой АСМ. Выделены отказы формообразующей подсистемы, отказы управляющей подсистемы и отказы вспомогательной подсистемы.

Разработана и программно реализована база знаний экспертной системы, которая включает декларативную компоненту в виде объектно-ориентированной модели, содержащую знания о подсистемах модуля, параметрах диагностирования, информацию об отказах подсистем и

способах их устранения, и процедурную компоненту в виде продукционной модели, содержащую комплекс правил, используемых для обработки декларативных знаний, что обеспечивает формирование сообщений о неисправном функциональном блоке в той или иной подсистеме модуля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кудинов Ю. И. Основы современной информатики [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Ю. И. Кудинов, Ф. Ф. Пащенко. - Москва: Лань, 2011. - 256 с.

2. Сидоркина И.Г. Системы искусственного интеллекта [Текст]: учеб. пособие для вузов / И. Г. Сидоркина. - М. : КНОРУС, 2011. - 248 с.

3. Применение искусственных нейронных сетей и системы остаточных классов в криптографии [Электронный ресурс] / [Н.И. Червяков и др.]. - Москва: Физматлит, 2012. - 279 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	2
Содержание и объем курсовой работы	3
Требования к оформлению	3
Задание на курсовую работу	4
Пример выполнения курсовой работы	6
Литература	30

ФОРМАЛИЗАЦИЯ БАЗЫ ЗАНИЙ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ

Методические указания к выполнению курсовой работы
по дисциплинам «Интеллектуальные системы автоматического
управления»
для студентов технических направлений подготовки
всех форм обучения

Составила: Козлова Татьяна Дмитриевна

Рецензент: Г.М. Садчикова

Редактор Л.В. Максимова

Подписано в печать

Формат 60×84 1/16

Бумага тип.

Усл. печ. л 2,0

Уч.-изд. л. 2,0

Тираж 100 экз.

Заказ

Бесплатно

Балаковский инженерно-технологический институт - филиал НИЯУ МИФИ

Типография БИТИ НИЯУ МИФИ, 413840, г. Балаково, ул. Чапаева, 140