

УДК 004.891+629.7.08

ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ПОДДЕРЖКИ АВИАСПЕЦИАЛИСТОВ ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ СИСТЕМ И ОБОРУДОВАНИЯ САМОЛЁТА

© 2014 О.В. Перфильев

Ульяновский филиал КБ ОАО «Гуполев»

Поступила в редакцию 08.09.2014

В статье рассмотрено применение экспертной системы в помощь авиаспециалистам при проведении ими технического обслуживания систем и оборудования самолета Ту-204 с получением интеллектуальной информационной поддержки и выдачей рекомендаций по их устранению. Сформулированы функции экспертной системы. Рассмотрены особенности работы системы на примере анализа диагностики электромеханической системы.

Ключевые слова: *экспертная система, искусственный интеллект, самолет, база знаний*

Задача накопления, передачи и использования опыта ремонтных работ в связи с постоянным совершенствованием среднемагистральных самолетов представляется своевременной и актуальной. Решение этой задачи позволит повысить качество обслуживания и сопровождения самолетов в авиакомпаниях, сократить расход ресурсов, обеспечить информационную поддержку в обучении вновь нанятых работников, расширить сферу квалификации для специалистов. Для решения поставленной задачи предлагается экспертная система (ЭС), которая представляет собой систему искусственного интеллекта для решения прикладных задач в рассматриваемой проблемной области.

Цель создания ЭС: получение интеллектуальной поддержки при анализе причин возникновения неисправностей в оборудовании самолёта и выдача рекомендаций по их устранению за счет использования знаний экспертов авиапредприятия, в результате чего система будет давать лучший вариант по сравнению с лучшим экспертом. Экспертная система интеллектуальной поддержки молодых авиаспециалистов при техническом обслуживании систем и оборудования самолёта должна выполнять следующие функции:

во-первых, иметь механизм представления знаний в конкретной предметной области и управления ими, то есть базу знаний;

во-вторых, необходим механизм логических выводов, который на основании знаний, имеющихся в базе знаний, способен делать логические выводы;

в-третьих, необходим интерфейс для правильной передачи ответов пользователю;

в-четвертых, необходим механизм получения знаний от эксперта, поддержки базы знаний и дополнения ее при необходимости. Механизмом, реализующим эти функции, является интерфейс когнитолога;

в-пятых, необходим механизм, который не только способен давать заключение, но и представлять различные комментарии, прилагаемые к этому заключению, и объяснять его мотивы. Такое понимание необходимо, если заключение используется для консультации при решении каких-либо вопросов. Механизм, реализующий эти функции, называется модулем объяснений.

Решение задачи. Для описания ядра системы базы знаний (БЗ) предлагается использовать продукционную модель представления знаний и объектно-ориентированный подход (на языке Java), которые дополняют друг друга и позволяют описать правила и объекты предметной области. БЗ закладывается специально обученными специалистами при разработке ЭС, она может в дальнейшем уточняться и расширяться для решения конкретных задач. В качестве исходных данных необходимо использовать результаты анализа проектной, производственной и эксплуатационной документации: анализ функциональной отказобезопасности систем (АФО), акты и протоколы отработки систем и оборудования самолётостроительным предприятием, руководство по эксплуатации самолета (РЭ), в том числе данные электронной версии программного модуля TG Builder, знания высококвалифицированных специалистов ОАО «Гуполев»; данные авиакомпаний-эксплуатантов. Описание предметной области поддерживает

Перфильев Олег Владимирович, кандидат технических наук, инженер-конструктор. E-mail: oleg_perfiliev@mail.ru

оболочка экспертных систем CLIPS, имеющая открытый код. Оболочка выбрана в качестве «движка» экспертной системы, обеспечивающего логический вывод [2].

Работу ЭС представим следующим образом. При возникновении каких-либо затруднений при проведении наземного технического обслуживания (или при отработке систем) молодой специалист обращается к ЭС за помощью, отвечая на вопросы системы через интерфейс оператора. Используя заполненную базу знаний, система сгенерирует и выдаст пользователю рекомендации с локализацией отказавшего

элемента в электросхеме самолета, объясняя при этом ход своих рассуждений при помощи модуля объяснений (даже при неполной информации), с указанием степени уверенности эксперта.

Рассмотрим пример по поиску следующей неисправности: «Наличие на экране Комплексной системы электронной индикации и сигнализации (КСЭИС) информации о рассинхронизации закрылков при исправной трансмиссии» (электромеханическая система). Представлены задачи, доступные пользователю ЭС (внесенные экспертом и когнитологом в БЗ) в виде вложенных папок и конкретных вопросов (рис. 1).

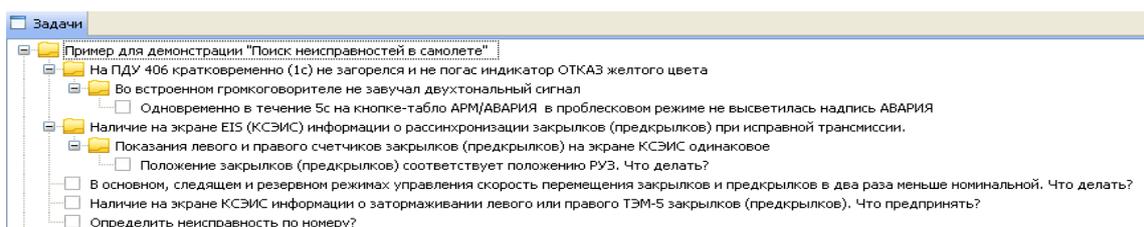


Рис. 1. Вложенные папки и конкретные вопросы

Затем пользователь выбирает одну или несколько задач и при необходимости отвечает на дополнительные вопросы. После чего в «Интерфейсе оператора» он запускает машину вывода, воспользовавшись пиктограммой «Старт» , находящуюся на верхней панели (рис. 2). Даже если пользователь не ответил на все данные, задача будет решаться системой. В итоге на нижней панели (рис. 3) формируется готовое решение с получением достоверного результата. Все полученные результаты ЭС можно просмотреть в окне «Результаты» (рис. 3). В зависимости от построения экспертом БЗ, результатов по одному вопросу может быть несколько. Они могут

являться частью полного решения проблемы или альтернативами решения. При нажатии на кнопку «Просмотреть отчет», расположенной на нижней панели (рис. 3) полученное решение откроется в браузере, на левой панели (рис. 4) в виде таблички с описанием объяснения принятого решения пользователю. На панели справа (рис. 4) показано, на основании каких документов было принято решение. На нижней панели (рис. 4) при наличии прикрепленного поясняющего документа или рисунка доступна кнопка «Документ». Необходимые схемы, дополняющие решения появляются после нажатия кнопки «Документ» (рис. 4, 5).

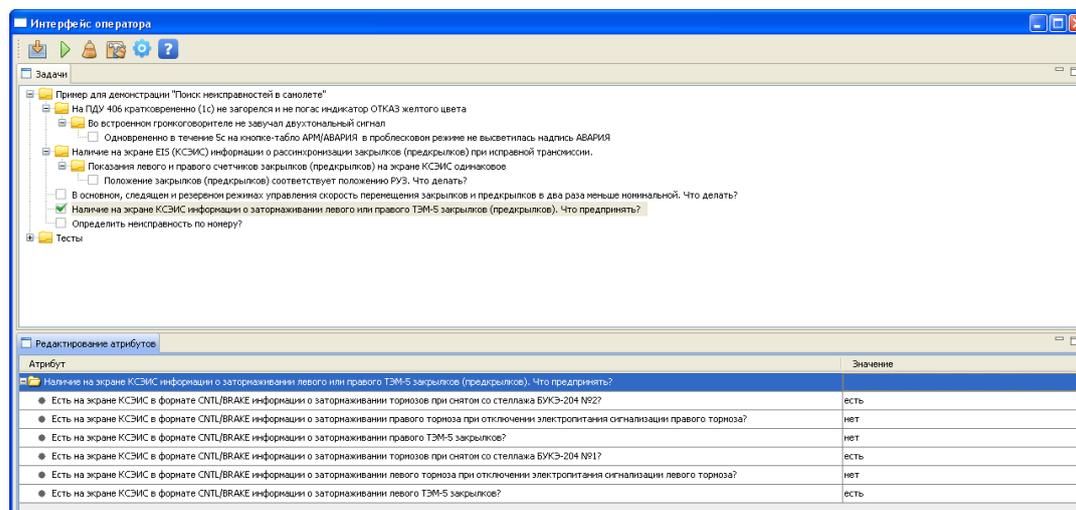


Рис. 2. Главное окно программы. Описание неисправности «Наличие на экране КСЭИС информации о затормаживании левого или правого Электромеханических тормозов (ТЭМ-5) закрылков»

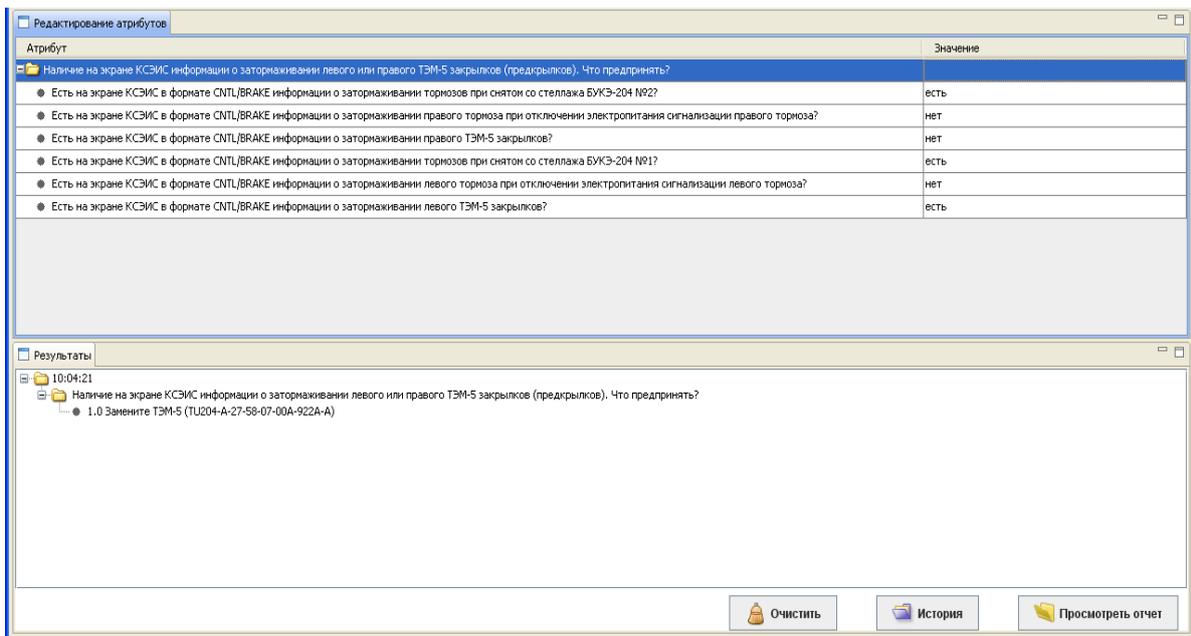


Рис. 3. Формирование решения и получение результатов

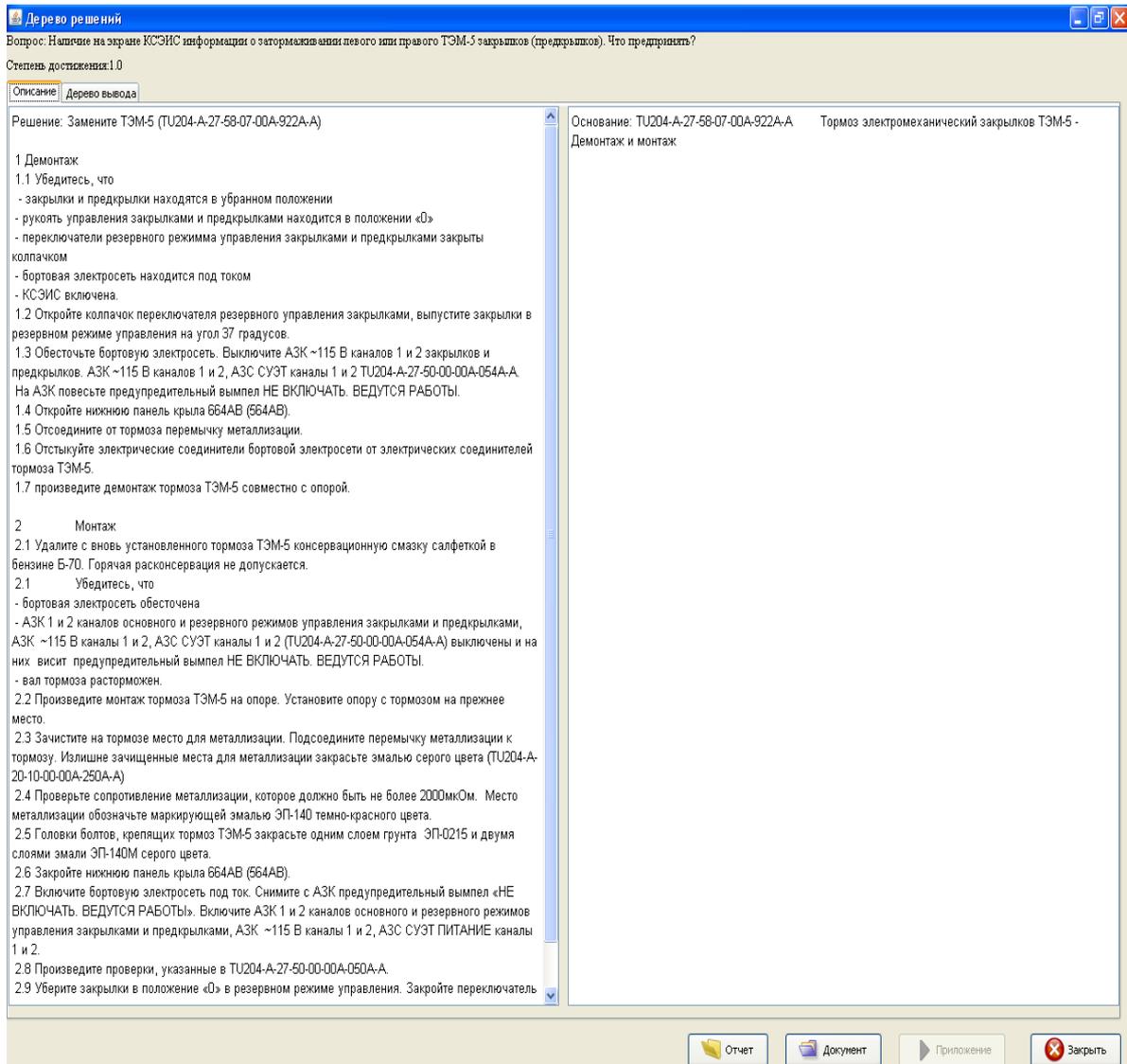


Рис. 4. Объяснение полученного системой решения

Решение содержит дерево решения (вывода) с активной (сработавшей веткой), заданное экспертом и конитологом для вывода в редакторе БЗ. В редакторе БЗ («интерфейс когнитолога») задача состоит из 3-х вариантов решений (для остальных 2-х решение рассматривается аналогично) (рис. 5). Нажав на красный параллелограмм, увидим граф условий, который проверяет всю ветвь сразу и может иметь только значения утверждения true (истинно) или false (ложно) (рис. 6).

Далее на основе визуализированного графа (рис. 6) создается правило на естественном языке

и языке инструментального средства (оболочки), с помощью которой разрабатывается ЭС. Правило на естественном языке читается следующим образом: если есть неполадка затормаживание левого электромеханического тормоза закрылков (ТЭМ-5) и неполадка затормаживание левого тормоза при отключении электропитания сигнализации левого тормоза или неполадка затормаживание правого ТЭМ-5 закрылков и неполадка затормаживание правого тормоза при отключении электропитания сигнализации правого тормоза, то замените ТЭМ-5.

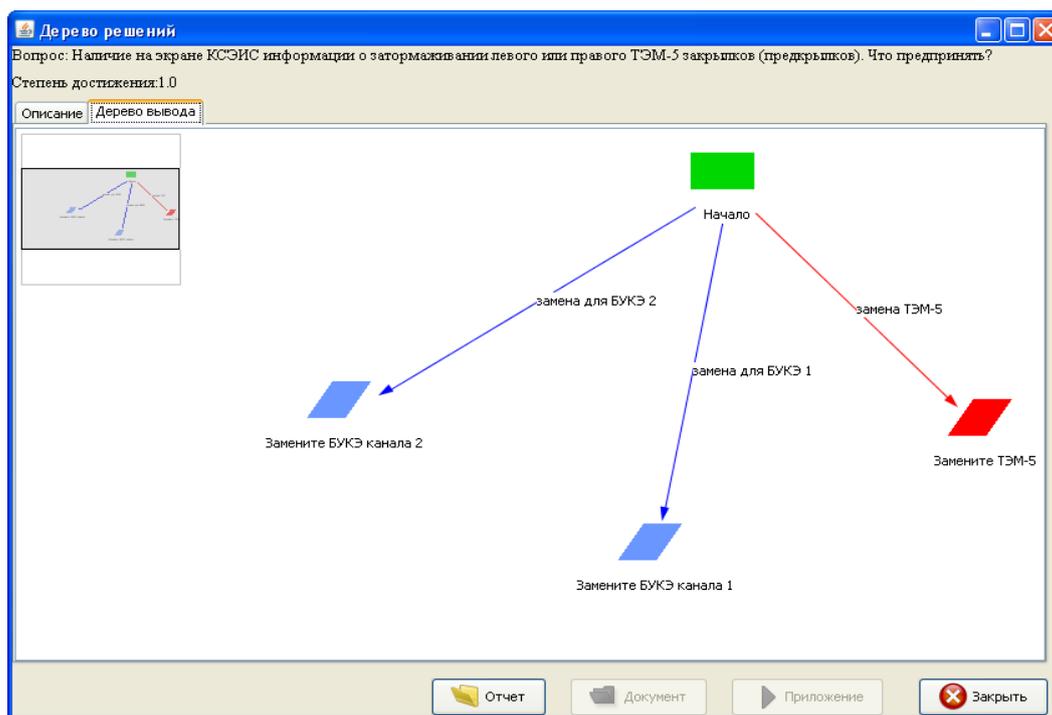


Рис. 5. Структура решения

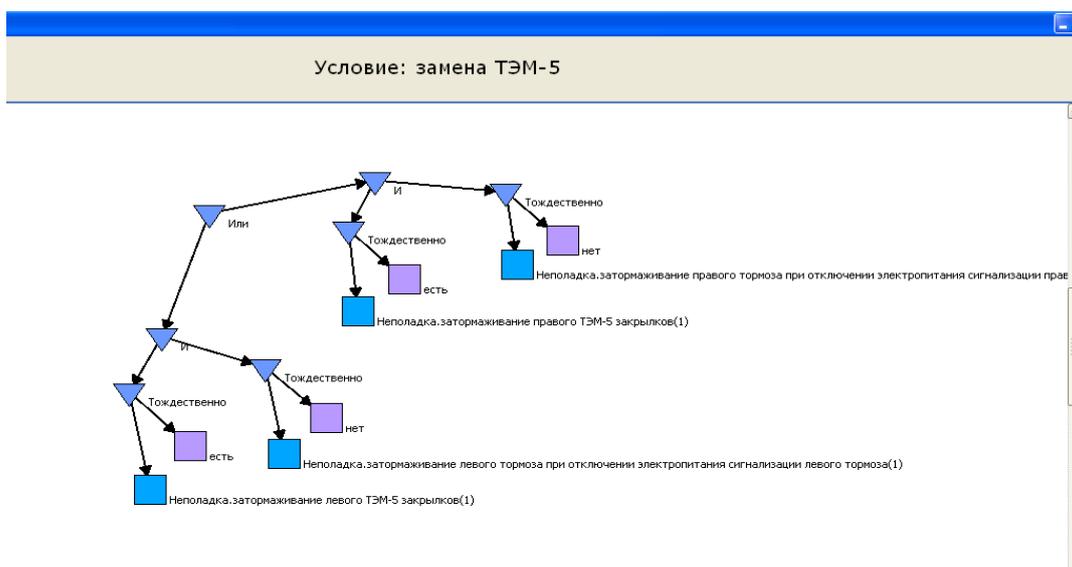


Рис. 6. Структура условий (визуализация графа)

Есть следующая неисправность: в основном, следящем и резервном режимах управления скорость перемещения закрылков (предкрылков) в два раза меньше номинальной. Отказ на экране комплексной системы электронной индикации и сигнализации (КСЭИС) не индицируется. Примеры продукционных правил, формализованных в базу знаний. Если есть индикации отказа канала на экране КСЭИС и есть наличие на передней панели блока БУКЭ-204 №1 или №2 индикации "2" (отказ КВД), то замените КВД. Если в основном, следящем и резервном режимах управления скорость перемещения закрылков (предкрылков) в два раза меньше номинальной. Отказ на экране КСЭИС не индицируется, и нет индикации отказа канала на экране КСЭИС и есть наличие на передней панели блока управления и контроля электропривода (БУКЭ-204) №1 или №2 индикации "2" (отказ КВД), то определите прозвонкой неисправную электроцепь питания ~400 Гц 115/200В коммутатора КВД-204.

Требования к информационной и программной совместимости. Для выполнения функций системы в полном объеме на компьютере пользователя должны быть установлены следующие программные средства: сервер приложений JBoss 6.0.0; сервер баз данных PostgreSQL-8.4.4-1; Java Runtime Environment (JRE) версии не ниже 6 update 21. Система ЭС может работать на персональных компьютерах под управлением операционных сред Windows, Linux.

Выводы: разработанная ЭС является открытым комплексом, как для разработчика, исследователя, так и для эксплуатанта воздушного судна. Применение системы позволит:

- сократить временные (согласно полученным результатам от 2-х до 5-ти раз), финансовые ресурсы, высококвалифицированный персонал, задействованный в устранении поиска причин неисправностей;
- повысить качество документального сопровождения самолета средствами ЭС (при послепродажном обслуживании, модификациях оборудования и ремонте);
- повысить квалификацию работников предприятия (обучение за счет системы), постоянно изменять и наращивать созданную БЗ за счет привлечения дополнительных экспертов, расширения круга решаемых задач и поддержания системы в актуальном состоянии;
- повысить достоверность полученных результатов при выявлении локализации неисправностей;
- реализовать стандартные решения, регламентируемые нормативными документами, и нестандартные, генерируемые экспертами на основе их опыта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Элти, Дж.* Экспертные системы: концепции и примеры / Дж. Элти, М. Кумбс. – М.: Финансы и статистика, 1987. 191 с.
2. *Частиков, А.П.* Разработка экспертных систем. Среда CLIPS / А.П. Частиков, Т.А. Гаврилова, Д.Л. Белов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. 608 с.
3. *Гаврилова, Т.А.* Базы знаний интеллектуальных систем / Т.А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевский. – СПб.: Питер, 2001. 384 с.

EXPERT SYSTEM OF AVIASPECIALISTS INTELLECTUAL SUPPORTS AT MAINTENANCE OF AIRCRAFT SYSTEMS AND EQUIPMENT

© 2014 O.V. Perfiliev

Ulyanovsk Branch CB JSC "Tupolev"

In article use of expert system for the aid to aviaspecialists when carrying out maintenance of systems and equipment of Tu-204 aircraft by them with receiving intellectual information support and delivery the recommendations about their elimination is considered. Functions of expert system are formulated. Features of system work on the example of analysis the diagnostics of electromechanical system are considered.

Key words: *expert system, artificial intelligence, aircraft, knowledge base*