

УДК 004.891.3

КОНЦЕПЦИЯ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ АНАЛИЗА ПРИЧИН НЕИСПРАВНОСТЕЙ САМОЛЁТА ТУ-204 И ЕГО МОДИФИКАЦИЙ

© 2013 О.В.Перфильев¹, С.В. Липатова²

¹ Ульяновский филиал конструкторского бюро ОАО «Туполев»

² Ульяновский государственный университет

Поступила в редакцию 26.09.2013

Авторами предложена концепция экспертной системы анализа причин неисправности на самолёте с получением интеллектуальной информационной поддержки при определении анализа причин возникновения неисправностей в оборудовании самолёта и выдачей рекомендаций по их устранению за счет использования аккумулированных знаний экспертов предприятия и нормативно-справочной документации. Рассмотрены особенности работы данной системы на примере анализа диагностики электромеханической системы.

Ключевые слова: экспертная система, искусственный интеллект, самолет, база знаний, анализ, эксперт.

Задача накопления, передачи и использования опыта ремонтных работ в связи с постоянным совершенствованием самолетов семейства ТУ-204 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 концепция экспертной системы анализа причин неисправности (ЭСАН), которая представляет собой систему искусственного интеллекта для разрешения прикладных задач в рассматриваемой проблемной области.

Целью создания ЭСАН является получение интеллектуальной информационной поддержки при анализе причин возникновения неисправностей в оборудовании самолёта и выдача рекомендаций по их устранению за счет использования аккумулированных знаний экспертов предприятия, в результате чего система будет давать лучший вариант по сравнению с лучшим экспертом.

Система интеллектуальной поддержки для решения вопросов устранения и локализации неисправностей в бортовом оборудовании самолета ТУ-204 и его модификациях кроме традиционных функций экспертной системы должна позволять:

- работать с системой без привлечения программистов (когнитолог или подготовленный

эксперт создают базу знаний (БЗ), используя графический интерфейс);

- использовать конструкторскую и эксплуатационную документацию для обеспечения наглядности представления решений и объяснения выдаваемых системой рекомендаций;

- взаимодействовать со сторонними приложениями, обеспечивающими просмотр документации в требуемых форматах, например TG Browser (TG BUILDER);

- оперативно вносить изменения в БЗ и передавать эти изменения всем пользователям;

- осуществлять оперативный контроль качества внесенных в систему решений.

ЭСАН предназначена для:

- автоматизированного анализа причин неисправностей вызывающих отклонение в работе систем и оборудования самолёта и выработки рекомендаций по их устранению;

- замены при решении задач экспертов в силу их недостаточного количества, недостаточной оперативности в решении задачи.

Для описания ядра системы БЗ системы предлагается использовать продукционную модель представления знаний и объектно-ориентированный подход, которые дополняют друг друга и позволяют описывать правила и объекты предметной области. БЗ закладывается специально обученными специалистами при разработке ЭСАН и 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 са-

Перфильев Олег Владимирович, кандидат технических наук, Ульяновский филиал конструкторского бюро ОАО «Туполев». E-mail: oleg_perfiliev@mail.ru

Липатова Светлана Валерьевна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Телекоммуникационные технологии и сети». E-mail: dassegel@mail.ru

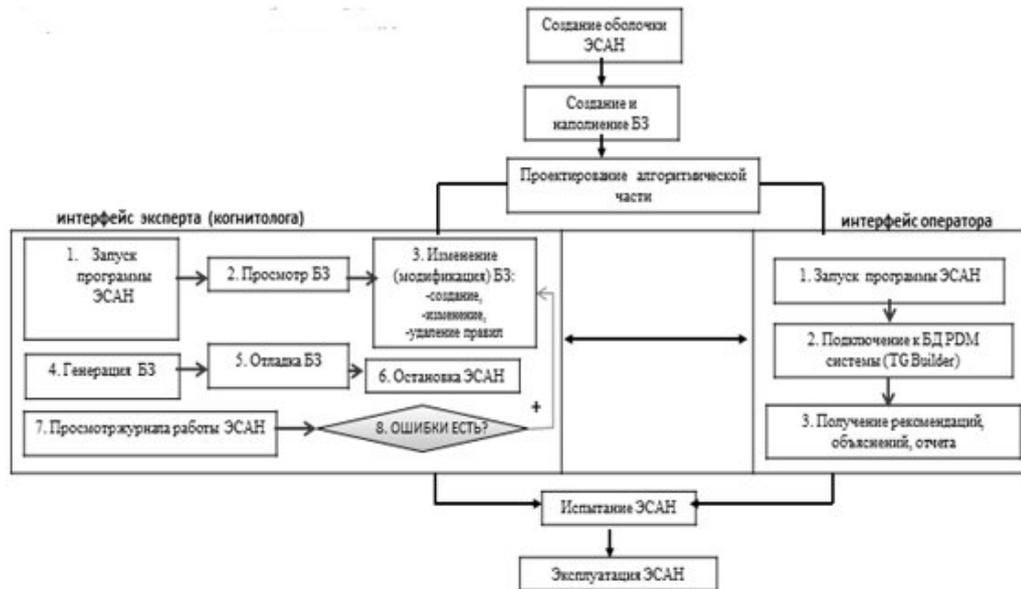


Рис. 1. Структура и цикл работы ЭСАН

молета, в том числе данные электронной версии (РЭ, РО, РЛЭ, TG Builder), знания высококвалифицированных специалистов ЦКБ, УФКБ; данные авиакомпаний – эксплуатантов.

Описание предметной области поддерживает оболочка экспертных систем CLIPS, имеющая открытый код. Оболочка выбрана в качестве «движка» экспертной системы, обеспечивающего логический вывод.

Общая структура и цикл работы ЭСАН представлена на рис.1.

Рассмотрим тестовый пример по определению неисправностей с использованием ЭСАН.

Пример №1 «Наличие на экране КСЭИС информации о рассинхронизации закрылков при исправной трансмиссии» (электромеханическая система).

Представлено главное окно программы - интерфейс пользователя ЭСАН. Для получения необходимого ответа от системы нужно выбрать соответствующий вопрос. Пользователь выбирает одну или несколько задач и при необходимости отвечает на дополнительные вопросы (рис. 2). Блоки и описание последовательности действий

(алгоритм) приведены на рис.3-4.

Даже если пользователь не ответил на все данные, задача будет решаться системой.

После ввода ответов пользователь должен запустить машину вывода, воспользовавшись пиктограммой «Старт» .

Все полученные результаты ЭСАН можно просмотреть в окне «Результаты».

В зависимости от построения экспертом БЗ, результатов по одному вопросу может быть несколько. Они могут являться частью полного решения проблемы или альтернативами решения. Это зависит от построения БЗ экспертом.

По каждому предлагаемому решению можно получить дополнительную информацию. Для этого нужно два раза щелкнуть клавишей мыши по результату. Появится окно, в котором содержится объяснение эксперта по решению, указывается степень уверенности эксперта в данном решении, при наличии прикрепленного поясняющего документа или рисунка доступна кнопка «Документ».

При нажатии на кнопку «Просмотреть отчет» полученное решение откроется в браузере в виде

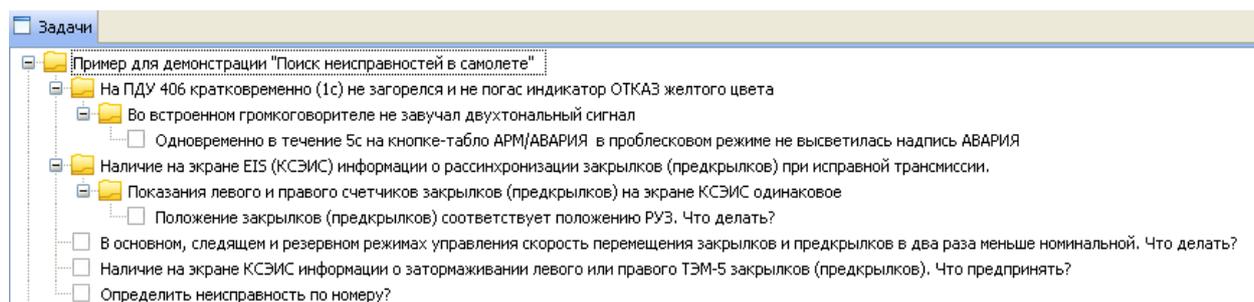


Рис. 2. Вложенные папки и конкретные вопросы

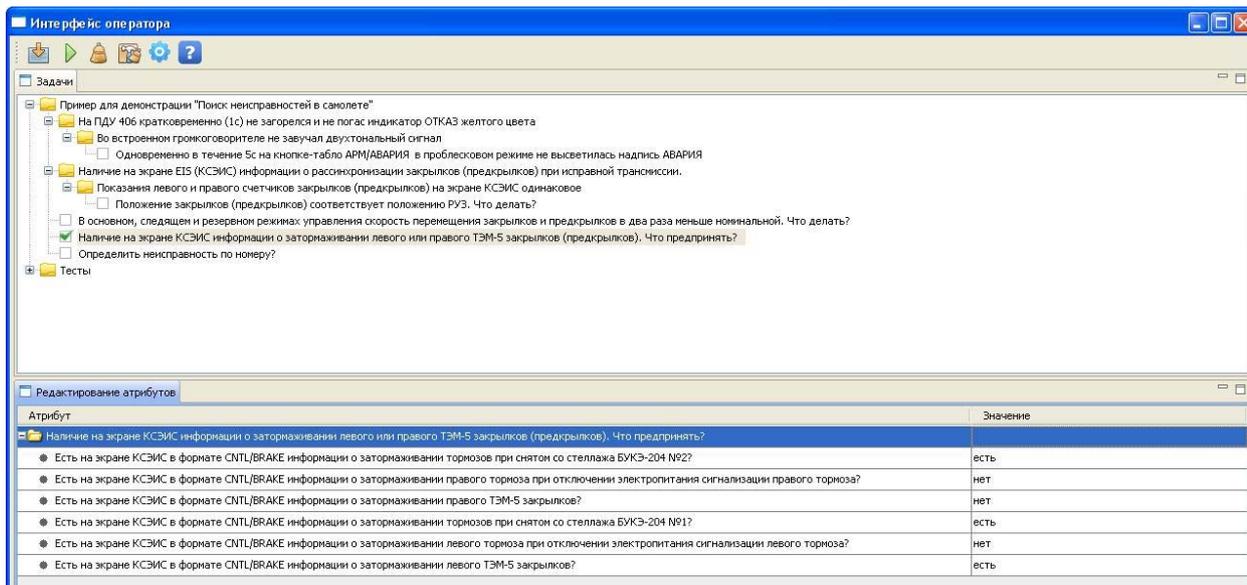


Рис. 3. Главное окно программы. Описание неисправности «Наличие на экране КСЭИС информации о рассинхронизации закрылков при исправной трансмиссии»

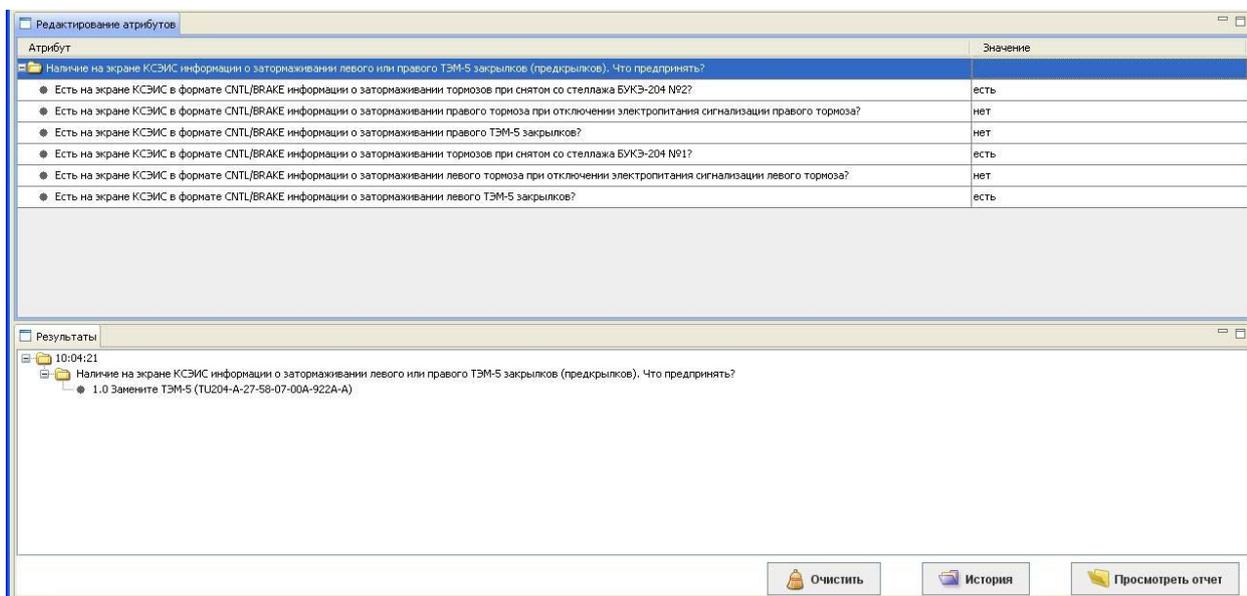


Рис. 4. Формирование решения

таблички с описанием объяснения принятого решения пользователю (рис. 5).

Необходимые схемы, дополняющие решения появляются после нажатия кнопки «Документ» (рис. 6).

Создание БЗ для ЭСАН ведется из другой подсистемы программного комплекса, предназначенного для эксперта.

Для создания экспертной системы в выбранной предметной области, решающий ряд поставленных перед ней задач, необходимо занести в базу экспертные знания. Каждую задачу нужно заносить в систему отдельно, хотя задачи могут быть взаимосвязаны.

Применение системы позволит:

- сократить временные (согласно получен-

ным результатам в 2-5 раз (рис. 7)), финансовые ресурсы, высококвалифицированный персонал, задействованный в устранении поиска причин неисправностей;

- повысить качество документального сопровождения самолета средствами экспертной системы (при начальных поставках, 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 поддерживать систему в актуальном состоянии;

- реализовывать стандартные решения, регламентируемые нормативными документами, и

Дерево решений

Вопрос: Наличие на экране КСЭИС информации о затормаживании левого или правого ТЭМ-5 закрывков (предкрылков). Что предпринять?

Степень достижения: 1.0

Описание: Дерево вывода

Решение: Замените ТЭМ-5 (TU204-A-27-58-07-00A-922A-A)

1 Демонтаж

1.1 Убедитесь, что

- закрывки и предкрылки находятся в убранном положении
- рукоять управления закрывками и предкрылками находится в положении «0»
- переключатели резервного режима управления закрывками и предкрылками закрыты колпачком
- бортовая электросеть находится под током
- КСЭИС включена.

1.2 Откройте колпачок переключателя резервного управления закрывками, выпустите закрывки в резервном режиме управления на угол 37 градусов.

1.3 Обесточьте бортовую электросеть. Выключите АЗК ~115 В каналов 1 и 2 закрывков и предкрылков. АЗК ~115 В каналов 1 и 2, АЗС СУЭТ каналы 1 и 2 (TU204-A-27-50-00-00A-054A-A). На АЗК повесьте предупредительный вымпел НЕ ВКЛЮЧАТЬ. ВЕДУТСЯ РАБОТЫ.

1.4 Откройте нижнюю панель крыла Б64АВ (Б64АВ).

1.5 Отсоедините от тормоза перемычку металлизации.

1.6 Отстыкуйте электрические соединители бортовой электросети от электрических соединителей тормоза ТЭМ-5.

1.7 произведите демонтаж тормоза ТЭМ-5 совместно с опорой.

2 Монтаж

2.1 Удалите с вновь установленного тормоза ТЭМ-5 консервационную смазку салфеткой в бензине Б-70. Горячая расконсервация не допускается.

2.1 Убедитесь, что

- бортовая электросеть обесточена
- АЗК 1 и 2 каналов основного и резервного режимов управления закрывками и предкрылками, АЗК ~115 В каналы 1 и 2, АЗС СУЭТ каналы 1 и 2 (TU204-A-27-50-00-00A-054A-A) выключены и на них висит предупредительный вымпел НЕ ВКЛЮЧАТЬ. ВЕДУТСЯ РАБОТЫ.
- вал тормоза расторможен.

2.2 Произведите монтаж тормоза ТЭМ-5 на опоре. Установите опору с тормозом на прежнее место.

2.3 Зачистите на тормозе место для металлизации. Подсоедините перемычку металлизации к тормозу. Излишне защищенные места для металлизации закрасьте эмалью серого цвета (TU204-A-20-10-00-00A-250A-A)

2.4 Проверьте сопротивление металлизации, которое должно быть не более 2000мкОм. Место металлизации обозначьте маркирующей эмалью ЭП-140 темно-красного цвета.

2.5 Головки болтов, крепящих тормоз ТЭМ-5 закрасьте одним слоем грунта ЭП-0215 и двумя слоями эмали ЭП-140М серого цвета.

2.6 Закройте нижнюю панель крыла Б64АВ (Б64АВ).

2.7 Включите бортовую электросеть под ток. Снимите с АЗК предупредительный вымпел «НЕ ВКЛЮЧАТЬ. ВЕДУТСЯ РАБОТЫ». Включите АЗК 1 и 2 каналов основного и резервного режимов управления закрывками и предкрылками, АЗК ~115 В каналы 1 и 2, АЗС СУЭТ ПИТАНИЕ каналы 1 и 2.

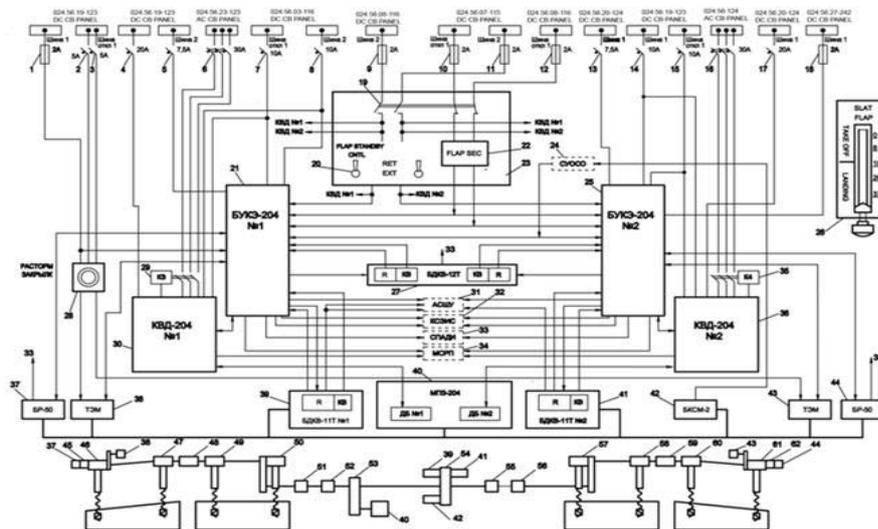
2.8 Произведите проверки, указанные в TU204-A-27-50-00-00A-050A-A.

2.9 Уберите закрывки в положение «0» в резервном режиме управления. Закройте переключатель

Основание: TU204-A-27-58-07-00A-922A-A Тормоз электромеханический закрывков ТЭМ-5 - Демонтаж и монтаж

Отчет | Документ | Приложение | Закрыть

Рис. 5. Объяснение полученного системой решения



Пункт-2.2.-монтаж

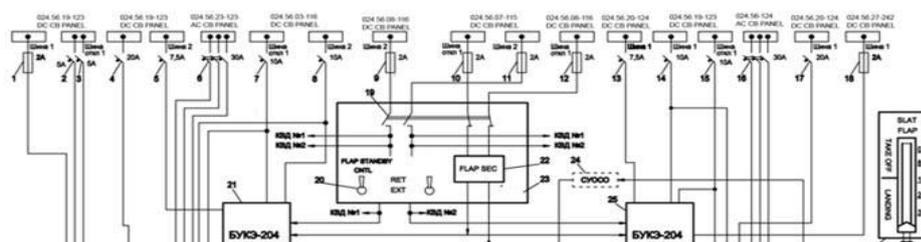


Рис. 6. Фрагмент схемы, дополняющей решение

Эффективность использования ЭСАН при снижении затрат времени на поиск неисправностей

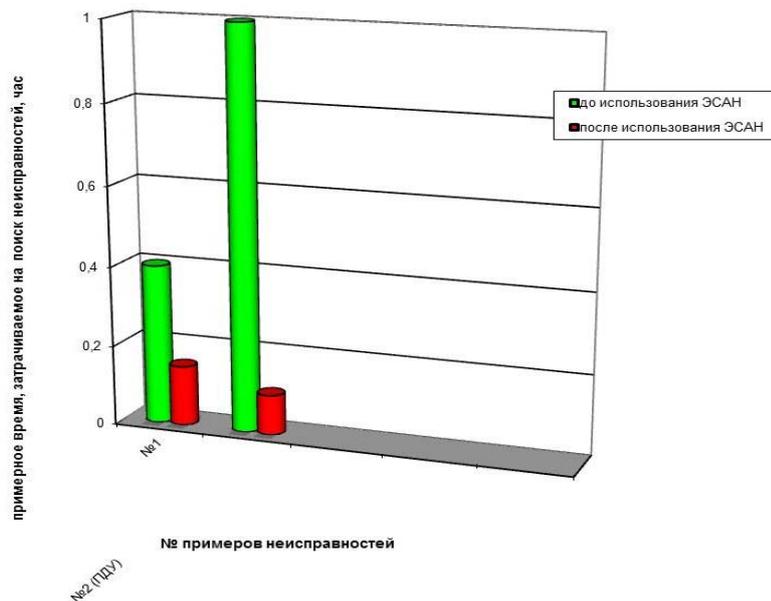


Рис. 7. Эффективность использования ЭСАН при снижении затрат времени на поиск неисправностей

нестандартные, генерируемые экспертами на основе их опыта.

- использовать 3D-технологии для визуализации состояний схем и подсистем самолета и упрощения поиска и ремонта местонахождения

неисправностей.

Разработка и тестирование макетного образца системы проводилось в области морского мониторинга на базе Ульяновского государственного университета.

EXPERT SYSTEM OF THE ANALYSIS OF CAUSES OF THE TROUBLE ON THE AIRPLANE OF TECHNICAL SPECIFICATIONS – TU 204 AND ITS UPDATINGS

© 2013 O.V.Perfilev¹, S.V.Lipatova²

¹ Ulyanovsk Branch of «Tupolev» Joint-Stock Company - Design Bureau

² Ulyanovsk State University

Authors offer the concept of expert system of the analysis of the reasons of malfunction by the plane with reception of intellectual information support at definition of the analysis of the reasons of occurrence of malfunctions in the equipment of the plane and distribution of recommendations on their elimination due to use of the accumulated knowledge of experts of the enterprise and the standard -help documentation. The work of this system is illustrated by an example of analyze electro mechanics troubleshooting.

Key words: expert system, artificial intelligence, aircraft, knowledge base, analysis, expert.

Oleg Perfilev, Candidate of Technics.

E-mail: oleg_perfilev@mail.ru

Svetlana Lipatova, Candidate of Technics, Associate Professor at the Telecommunication Technologies and Networks Department. E-mail: dassegel@mail.ru