

УДК 004.891.3

ФОРМИРОВАНИЕ БАЗЫ ЗНАНИЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ СИСТЕМ САМОЛЁТА

© 2014 О.В. Перфильев, А.В. Молозин

Ульяновский филиал конструкторского бюро ОАО «Туполев»

Поступила в редакцию 28.10.2014

В статье описана интеграция базы знаний «Экспертная Система» со «справочником отказов» в единое информационное пространство через взаимодействие с модулем интеграции. Рассмотрен пример логической функции с расчетом отказобезопасности системы.

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

На сегодняшний день существует большое количество экспертных систем (ЭС), с помощью которых решается широкий круг задач в узкоспециализированных предметных областях. Как правило, эти области располагают достаточно четкими стратегиями принятия решений. ЭС может быть применена: в авиакомпаниях (АК) для повышения эффективности эксплуатации самолётного парка; на самолётостроительном предприятии – для сокращения цикла отработки самолёта на этапе приёмо-сдаточных испытаний; на предприятии разработчика самолёта – для повышения оперативности, качества технической поддержки АК.

Цель работы: создать систему с заполненным в базе знаний (БЗ) списком неисправностей элементов системы на основе данных из различных источников.

Задачи: увязать в единое целое между собой справочник с таблицей отказов, систему управления проектом (PDM-систему) и ЭС; провести расчет отказобезопасности систем летательного аппарата (ЛА); аккумулировать знания экспертов; повысить эффективность решения задач технического диагностирования; сократить затраты времени на поиск неисправностей в системах самолета.

Рассмотрим структуру ЭС более подробно. ЭС состоит из основных блоков (рис. 1):

- блок 1 – источники исходных данных (нормативно-техническая документация, данные ОАО «Туполев» по безотказности взаимосвязанных с противообледенительной системой воздухозаборника (ПОС ВЗ) двигателей изделий [1, 2]);

- блок 2 – ЭС (заполнение и обработка поступившей информации с использованием диалогового режима (через интерфейс «когнитолога»), логический вывод, вывод и принятие решений (через графический интерфейс «оператора»), редактирование содержимого БЗ с использованием диалога

(через интерфейс «когнитолога»), тестирование системы (через интерфейс «когнитолога»);

- блок 3 – прогнозирование, «справочник отказов элементов по функциям» (по предполагаемым неисправностям, значениям интенсивности отказа и расчётом вероятности отказа элементов системы).

Данная структура позволит не только повысить гибкость, но и нарастить со временем возможности всей системы. БЗ представляет собой ядро ЭС. Она предназначена для хранения долгосрочных данных, описывающих конкретную предметную область. В БЗ специалистами экспертами внесена информация в виде формализованных данных, таблиц. Формализация знаний состоит в представлении полученных знаний в единой модели на едином языке моделирования, который обеспечивает их эффективную дальнейшую обработку. В процессе работы ЭС происходит постоянное изменение БЗ, накопление знаний в базе посредством выявления новых неформализованных зависимостей, расширения таблиц.

При разработке электрических схем конструкторы в своей работе используют и сохраняют данные в программе RSD (программе для отрисовки электрических схем). После отрисовки электрической схемы выполняется автоматическая проверка правильности заполнения параметров на схеме, путем сравнения с БД PDM, затем схемы выгружаются на сервер для хранения. ЭС может работать как автономный самостоятельный модуль (что в современных условиях достаточно неэффективно), так и в составе единой БД PDM-системы с подключением к ней дополнительного программного модуля интеграции (далее МИ). Являясь промежуточным звеном между БЗ ЭС и «справочником отказов по функциям», МИ необходим для передачи данных из справочников в автоматическом режиме значений интенсивностей отказов (со значением $\lambda \leq 10^{-6}$) в БЗ и расчета отказобезопасности системы. В справочнике содержится список элементов системы, реализующих определенную функцию системы самолета $Y=F(\lambda)$ (таких функций в системах очень много).

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

Молозин Александр Вениаминович, начальник бригады. E-mail: molozin@mail.ru

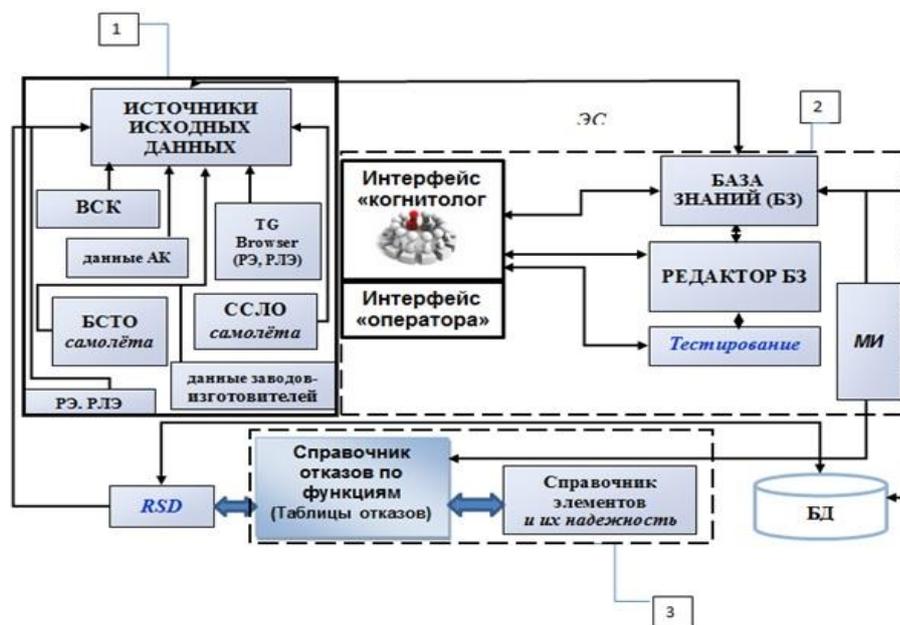


Рис. 1. Структура экспертной системы

При расчете отказобезопасности систем самолета, а также при поиске и устранении неисправностей ЭС использует заранее заполненную экспертами БЗ и «справочник отказов элементов по функциям», дополняющих друг друга. С помощью дополнительно задаваемых в диалоговом режиме вопросов пользователю система выдает контрольные точки для прозвонки и определяет локализацию неисправного элемента в электросхеме. При необходимости система может объяснить, каким образом был получен тот или иной результат даже при неполных данных. Используя диалоговый режим, ЭС будет взаимодействовать с пользователями через «интерфейс оператора» при решении задач и со специалистами в процессе приобретения и редактирования знаний через «интерфейс когнитолога».

Таблицы, содержащиеся в базе знаний ЭС:

- таблица с данными по показателям безотказности систем и элементов;
- таблица с данными по видам отказов агрегатов, узлов, систем и электрических цепей подключения, приводящих к функциональным отказам системы.

В табл. 1 представлены итоговые данные из справочников по видам отказов агрегатов, узлов, систем и электрических цепей подключения, приводящих к отказам на примере ПОС ВЗ.

В качестве примера предположим, что в ходе технического обслуживания (ТО) выяснилось, что в ПОС ВЗ произошел обрыв цепи (канал 1 (2,3)) (см. табл.1). На основе введенных данных ЭС приближенно определяет область проблемы и предлагает проверить все ли провода и электросоединители работают в исправном режиме. После проверки, в случае обрыва цепи (канал 1 (2,3)) в системе цепь питания переключателя включения ПОС ВЗ двигателя 1(2), ЭС предлагает проверить: провода длиной $l \leq 20$ м и (или) электросоединители. В случае отрицательного результата, система предлагает два возможных вывода: обрыв или нарушение

контактирования с автоматическим расчетом интенсивности отказа (отказобезопасности) всей системы. На основе данных по интенсивности отказа блок «прогнозирования» ЭС определяет значения надежности системы (ПОС ВЗ) с учетом всего комплекса взаимосвязанных элементов и систем самолета.

Выводы: практическое применение и интеграция ЭС с единой базой данных позволит:

- повысить качество БЗ и значительно сократить время на ее заполнение;
- 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;
- выводить рекомендации даже при неполной информации с указанием степени уверенности эксперта;
- осуществить поддержку пользователей непосредственно при решении необходимых им задач;
- рассчитать отказобезопасность системы самолета в целом;
- реализовать стандартные решения, регламентированные нормативными документами, и нестандартные, генерируемые экспертами на основе их опыта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. ОСТ 1 00132-97. Надежность изделий авиационной техники. Методы количественного анализа безотказности функциональных систем при проектировании самолетов и вертолетов.
2. Руководство по технической эксплуатации двигателя ПС-90А2 93-00-800 РЭ.

Таблица 1. Данные по видам отказов агрегатов, узлов, систем и электрических цепей подключения, приводящих к функциональным отказам ПОС ВЗ

Наименование системы, подсистемы	Вид отказа системы, подсистемы		Перечень элементов, агрегатов, узлов	Кол-во элементов	Вид отказа элемента, агрегата, узла	Интенсивность отказа	
	формулировка	обозначение				Значение $\lambda_i \cdot 10^{-6}$, 1/ч	суммарное значение по группе $\lambda_{\Sigma} \cdot 10^{-6}$, 1/ч
1	2	3	4	5	6	7	8
цепь питания переключателя включения ПОС ВЗ двигателя 1(2)	обрыв цепи (канал 1 (2,3))	A _{1,1}	провода длиной $l \leq 20$ м	2	обрыв	2 · 0,010	0,080
			электросоединители	3	нарушение контактирования	3 · 0,020	
цепь сигнала положения переключателя включения ПОС ВЗ двигателя 1(2)	невыдача переключателем сигнала MAN (AUTO, OFF) (канал 1 (2,3))	A _{1,2}	переключатель 44М30	1	невыдача сигнала MAN (AUTO, OFF)	2,318	2,318
цепь сигнала положения переключателя включения ПОС ВЗ двигателя 1(2)	Выдача переключателем ложного сигнала MAN (AUTO, OFF) (канал 1 (2,3))	A _{1,3}	переключатель 44М30	1	выдача ложного сигнала MAN (AUTO, OFF)	2,318	2,318
	непереключение режима	A _{1,4}	переключатель 44М30	1	механическое повреждение переключателя	0,464	0,464
	обрыв цепи сигнала MAN (AUTO, OFF) (канал 1 (2,3))	A _{1,5}	провода длиной $l \leq 20$	2	обрыв	2 · 0,010	0,080
			электросоединители	3	нарушение контактирования	3 · 0,020	
	выдача ложного сигнала в цепи MAN (AUTO, OFF) (канал 1 (2,3))	A _{1,6}	электросоединители	3	межэлектродный пробой	3 · 0,001	0,003

FORMATION THE KNOWLEDGE BASE AT DEVELOPING EXPERT SYSTEM OF AIRCRAFT SYSTEMS MAINTENANCE

© 2014 O.V. Perfilyev, A.V. Molozin

Ulyanovsk Branch of Design Bureau of JSC “Tupolev”

In article integration of the knowledge base "Expert System" into "reference book of refusals" in a common information space through interaction with integration module is described. An example of logical function with calculation of fail-safe system is reviewed.

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

Oleg Perfilyev, Candidate of Technical Sciences.

E-mail: oleg_perfiliev@mail.ru

Alexander Molozin, Chief of the Brigade. E-mail:

molozin@mail.ru