

УДК 621.396.6

Особенности интеллектуальной поддержки принятия решений

А.И. Заковряшин

Аннотация

Техническое диагностирование сложных систем, непрерывная количественная оценка технических состояний, индивидуальное прогнозирование, ранжирование однотипных объектов по времени безотказной работы, рекомендации для лица, принимающего решения.

Ключевые слова

техническое диагностирование; модели состояний; индивидуальное прогнозирование; рекомендации для лица, принимающего решения

Введение

В настоящее время существует общая проблема прогнозирования качества функционирования авиационной радиоэлектроники летательных аппаратов, отсутствие систематического решения которой снижает эффективность ее применения.

Интеллектуальная система технического диагностирования [1] можно рассматривать как один из способов решения названной проблемы. В ней реализуется информационная технология, использующая метод индивидуального прогнозирования непрерывных количественных оценок технических состояний сложных систем [2]. Практическое применение интеллектуальной системы технического диагностирования позволит улучшить положение с решением названной проблемы.

Статья посвящена решению одной из частных задач - интеллектуальной поддержки процедур принятия решений, используемой в системе технического диагностирования.

При организации управления сложной системой следует учитывать фундаментальные принципы наблюдаемости и управляемости и их следствия. В одном из следствий утверждается, что нельзя управлять объектом без знания его текущего состояния. С другой стороны, требование учета в алгоритмах управления одновременно двух принципов означает введение глубокой обратной связи от объекта к системе. Объем и точность измерений параметров объекта должны быть достаточными для исчерпывающей идентификации объекта управления в каждый текущий момент времени, знать каким именно объектом система должна управлять и каково текущее состояние объекта. Без этого не может быть и речи об адекватности поведения объекта в ответ на оказанное на него управляющее воздействие. В результате между объектом и системой управления располагается система технического диагностирования, одной из основных задач которой является формирование рекомендаций, предназначенных для лица, принимающего решения.

С другой стороны, известно, что стоимость эксплуатации сложных наукоемких изделий может превышать стоимость их приобретения. Существенные потери могут быть связаны с выбором неоптимальной стратегии применения объекта на этапе эксплуатации (отказ от применения по назначению объекта с высоким уровнем работоспособности или применение по назначению объекта, находящегося в предотказовом состоянии).

И, наконец, огромный объем информации, который приходится перерабатывать лицу, принимающему решения в условиях дефицита времени, а также высокая ответственность за

принимаемые решения определяют необходимость формализации разработки алгоритмов поддержки принятия решений.

Таким образом, задача интеллектуальной поддержки принятия решений является актуальной.

2

Постановка задачи

Предполагается наличие объекта и системы управления. Для адекватного управления объектом, необходимо между ними поместить систему технического диагностирования, позволяющую оценивать текущее (рассчитывать прогнозируемое) состояние объекта и на его основе формировать рекомендации для лица, принимающего решения.

Решение задачи

Проблема диагностирования заключается в поиске эффективного способа выявления причин нарушений в работе системы с тем, чтобы уменьшить затраты, необходимые для исследования, и затраты, связанные с исправлением неверного диагноза. В фиксированные моменты времени измеряются значения параметров, по ним с учетом имеющейся априорной информации оценивается текущее состояние объекта. Поскольку объект применяется по назначению в будущем, необходимо оценить его упрежденное состояние в течение некоторого промежутка времени - времени выполнения поставленной перед объектом функциональной задачи.

Общими задачами системы технического диагностирования являются формирование объективных оценок технических состояний объекта в настоящий и заданный упрежденный моменты времени. На основе этих оценок формируются рекомендации для лица, принимающего решения.

Частными задачами системы технического диагностирования являются: получение измерительной и накопление априорной информации; формирование текущей количественной оценки состояния объекта и индивидуальное прогнозирование оценок технического состояния для заданного упрежденного значения момента времени, формирование рекомендаций по применению объекта: хранение объекта, применение объекта по назначению, выполнение технического обслуживания и ремонта объекта в оговоренном объеме (например, конкретных конструктивно-съёмных единиц или объекта в целом).

Диагностическая модель является одной из шести моделей принятия решений, используемая экспертами [3]. Существует традиционный и современный подходы при построении диагностической модели. При традиционном подходе оценки технического состояния являются дискретными и представляются в виде «ГОДЕН - НЕ ГОДЕН». Оценка «ГОДЕН» используется в случае, если все измеренные значения параметров оказались внутри соответствующих полей попусков. Если хотя бы одно из измеренных значений параметров оказалось за пределами соответствующего поля допуска, формируется оценка «НЕ ГОДЕН». Она является «грубой» и не учитывает трендов параметров. В частности, «ГОДНЫЙ» объект может быть рекомендован к применению, несмотря на то, что его состояние является предостказовым.

Перспективным является отказ от принципов допускового контроля и переход к использованию непрерывных количественных оценок технических состояний. При этом предполагается плавное изменение значений количественных оценок от нуля (объект неработоспособен) до единицы (объект находится в отличном состоянии).

Количественная оценка технического состояния

Современная точка зрения на рассматриваемый вопрос состоит в том, что знания диагноста относительно признаков, характеризующих отличия нормального и аномального состояний объекта (подтверждающих наличие или отсутствие симптомов), могут быть неточными. Неточность позволяет определить различия между понятиями «абсолютный», «возможный» и «размытый».

3

Высказывается мнение о том, что для большинства наблюдений не существует строгих границ между названными состояниями. Причем, чем больше результаты отклоняются от обычных, тем больше появляется уверенность в том, что имеет место аномальное состояние. Такой подход хорошо формализуется с использованием функций принадлежности [2].

Количественная оценка состояния рассчитывается с использованием всей имеющейся априорной и измерительной информации по объекту, при этом учитывается положение каждого участвующего в вычислениях параметра внутри соответствующего поля допуска. Иначе, предусмотрена возможность учета динамики изменений технических состояний, как отдельных параметров, так и объекта в целом.

Если количественная оценка текущего состояния объекта не ниже заданной, осуществляется индивидуальное прогнозирование ее для выбранного упрежденного значения момента времени – максимального времени применения объекта по назначению.

Для нахождения количественной оценки технического состояния необходимо: построить функции принадлежности технических состояний параметров, математическую модель состояния объекта, разработать алгоритмы расчета коэффициентов влияния, как отдельных параметров, так и конструктивно-съёмных единиц объекта на конечный результат. Может быть использована шкала качественных оценок: плохое, удовлетворительное, не плохое/не хорошее, хорошее, отличное.

При нахождении количественной оценки технического состояния объекта для заданного упрежденного значения момента времени учитывается динамика изменения каждого из параметров объекта.

По плотностям распределений состояний отдельных параметров рассчитывается плотность распределения технического состояния объекта в целом. По ней для заданного упрежденного значения момента времени оценивается время безотказной работы, а, в дальнейшем, вероятность выполнения поставленной перед объектом функциональной задачи.

Вариант расчетных соотношений процедуры индивидуального прогнозирования технического состояния параметров с учетом минимального объема априорной информации методом наименьших квадратов приведен в [1].

Методика формирования рекомендаций для лица, принимающего решения

Пусть имеется группа однотипных объектов, которые могут использоваться для решения заданного набора функциональных задач. Необходимо ранжировать объекты группы по критерию – максимально допустимое время безотказной работы объекта при условии не превышения заданного уровня вероятности постепенных отказов.

Схема решения поставленной задачи включает:

1 этап. Диагностическое обследование каждого из объектов группы с целью получения максимального объема измерительной информации по существенным параметрам;

2 этап. Совместная обработка имеющейся измерительной и априорной информации по объекту. В результате по каждому из объектов находится прогнозируемое максимально допустимое время безотказной работы при условии, что вероятность постепенных отказов объекта не превышает заданный уровень;

3 этап. Ранжирование объектов группы по показателю - прогнозируемое максимальное время безотказной работы объекта при условии не превышения заданного уровня вероятности постепенных отказов (1 список ранжирования);

4 этап. Анализ результатов: если оценки максимальных прогнозируемых времен безотказной работы объектов существенно отличаются друг от друга, переходим к 6 этапу, в противном случае к 5 этапу;

5 этап. Если оценки максимальных прогнозируемых времен безотказной работы объектов близки или совпадают, возникает необходимость ранжирования объектов по второму показателю

4

– прогнозируемой количественной оценки технического состояния объекта (2 список ранжирования);

Количественная оценка технического состояния принимает значения от нуля до единицы. Ближкое к нулю значение означает, что состояние объекта находится в предотказовом состоянии. Состояние же объекта близкое к единице, означает, что объект находится в отличном состоянии. При применении объектов по назначению предпочтение в первую очередь следует отдавать объектам с более высокими значениями прогнозируемых количественных оценок технических состояний;

6 этап. Формирование рекомендаций, вариантами которых могут быть:

- целесообразность применения по назначению «лучших» объектов из 1-го списка ранжирования;
- целесообразность применения группы объектов по назначению в соответствии со 2-м списком ранжирования;
- целесообразность технического обслуживания как отдельных конструктивно-съёмных единиц, так и оговоренных объектов в целом;
- целесообразность выполнения ремонтных работ как по отдельным конструктивно- съёмным единицам, так и по указанным объектам в целом.

Выводы

1. Метод индивидуального прогнозирования непрерывных количественных оценок технических состояний предлагается рассматривать как перспективное инструментальное средство интеллектуальной поддержки принятия решений.
2. На технологическом этапе подготовки производства жизненного цикла наукоемких изделий целесообразно применение метода количественных оценок при решении задач раннего обнаружения нарушений технологического процесса и неисправностей оборудования до того, как оно повлияет на технологический процесс.
3. На этапе эксплуатации применение предлагаемого подхода позволяет ранжировать однотипные объекты группы, как по максимальному/минимальному прогнозируемому времени безотказной работы, так и по значению прогнозируемой непрерывной количественной оценки технических состояний.

Библиографический список

1. Заковряшин А.И. Интеллектуальная система технического диагностирования. – М.: Электронный журнал «Труды МАИ», № 49 (2011).
2. Заковряшин А.И. Конструирование РЭА с учетом особенностей эксплуатации. – М.: Радио и связь, 1988.- 120с.
3. Гиг Дж., ван. Прикладная общая теория систем: Пер. с англ. – М.: Мир, 1981. – 733 с.

Сведения об авторе

Заковряшин Аркадий Иванович, профессор Московского авиационного института (национального исследовательского университета), д.т.н., тел.: +7 (916) 571 19 10, e-mail: zai999@mail.ru