

УДК 535.39

## **ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

**Джунусова Акмарал Әділханқызы**

[akmaral.dzhunusova.1999@mail.ru](mailto:akmaral.dzhunusova.1999@mail.ru)

магистрант 1-го года обучения кафедры Космическая техника и технологии,

ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

Научный руководитель – Калманова Д.М

Главной тенденцией, характеризующей состояние летательных аппаратов, является физическое старение авиационной техники. Одной из причин снижения уровня готовности является обслуживание по единым для летательных аппаратов стратегиям, программам и режимам, реализуемым с помощью централизованной системы управления статистического типа. При таком управлении фактически не учитываются конкретные условия эксплуатации, реальное состояние отдельных объектов и возможности авиакомпаний, что отражается в текущей характеристике летательного аппарата или его систем, а их изменение соответствует категории движения как неотъемлемого атрибута эксплуатации. Учет при техническом обслуживании нестабильности характеристик летательного аппарата и его систем требует создания гибкой системы управления в сочетании с мониторингом, дающим полное представление о состоянии жизненно важных бортовых систем и летательного аппарата в целом, что в свою очередь требует разработки диагностических, коммуникационных и программных инструментов упреждающего анализа.

Реализация подобного метода управления техническим обслуживанием и ремонтом летательного аппарата требует разработки комплексного и адаптивного к условиям эксплуатации подхода к обслуживанию и создания на этой базе диагностической системы управления состоянием летательного аппарата. Разработка такой системы управления техническим обслуживанием и ремонтом, требующая таких методов, реализация которых позволяет создать упреждающие технологии, базирующиеся на системной математической модели, интегрирующей достижения известных теоретических разработок, а также оценка состояния измерительного и диагностического оборудования применяемого при техническом обслуживании и ремонте летательного аппарата.

Таким образом, исследования объектов технического обслуживания и ремонта, существующих систем технической эксплуатации, теории, методов и средств, используемых

при их построении, являются основой формулирования проблем и задач совершенствования на базе интеграции двух подходов: один из них основан на знаниях и опыте человека, а другой - на применении техники оптимизации.

Организация оптимальных процедур оценки состояния отдельных систем летательных аппаратов, а также методов и инструментальных средств искусственного интеллекта в экспертную систему позволяет построить комплексную систему диагностического управления состоянием летательного аппарата в целом, использующую в качестве базовой составляющей упреждающие технологии для формирования современных систем технической эксплуатации.

В настоящее время решены многие теоретические вопросы анализа и синтеза систем технической эксплуатации для летательных аппаратов, гидромеханических, электротехнических систем и радиоэлектронного оборудования. Однако теоретические исследования и построение новых технологических процессов и систем технической эксплуатации летательных аппаратов в современных условиях нуждаются в дальнейшем развитии. Особенно актуальным является направление исследований, связанное с разработкой математических моделей процессов технического обслуживания и систем технической эксплуатации, обеспечивающих решение задач синтеза этих процессов, а также создание автоматизированных комплексов поддержки эксплуатации летательных аппаратов по состоянию, спроектированных и произведенных в СССР и неподготовленным к таким формам обслуживания.

Анализ проблемы технического обслуживания на основе упреждающих технологий в работе рассматривается как стратегическая цель – обеспечение эффективной эксплуатации летательных аппаратов, интегрирующей для ее достижения решение специфических задач из таких областей знаний как управление, контроль, надежность.

Анализ объектов технического обслуживания и ремонта для оценки их технического состояния относится к числу основных этапов формирования исходного множества диагностических признаков, лежащих в основе построения программ контроля и диагностики. Комплексная задача оценки технического состояния объектов технического обслуживания и ремонта включает построение тестов  $T_k$ , т.е. последовательности входных векторов  $X_{k1}, X_{k2}, \dots, X_{ks}$  воздействий на объект и получения соответствующих выходных векторов  $Z_{k1}, Z_{k2}, \dots, Z_{ks}$ , несущих данные о реакции объекта, в которых содержатся данные диагностического тестирования (результат тестирования), необходимые для оценки его состояния.

Как правило, объекты технического обслуживания и ремонта летательных аппаратов являются сложными объектами, поэтому для оценки их состояния и, как следствие, о наличии или отсутствии неисправностей требуется последовательности диагностических тестов  $T_{ks}$ , где индекс  $s$  характеризует его длину, а разрешающая способность этой последовательности связана с объемом выдаваемой ею информации. Обработка этой информации (данных диагностического тестирования) позволяет, с одной стороны, оценить состояние объекта технического обслуживания и ремонта, а с другой – обнаружить неисправность, т.е. указать место неисправности с достаточной точностью, чтобы произвести ремонт. Обе задачи решаются на базе исходного множества диагностических признаков для объекта.

Рассмотрим внешнюю сторону процедуры «ручной» обработки данных диагностического тестирования для оценки состояния объекта. Эта оценка или несколько оценок, определенных на основе существующих процедур, является результатом диагностического тестирования, который позволяет специалисту выносить суждение о состоянии объекта, с помощью упреждающих технологий делать определенный прогноз на будущее и давать те или иные рекомендации по его техническому обслуживанию и ремонту.

Описанная процедура преобразования результатов тестирования в диагностических показателях лежит в основе большинства диагностических тестов. Известны более сложные

способы компоновки первичной диагностической информации. Но уже за этой внешне простой измерительной процедурой стоит кропотливая работа специалиста по созданию диагностического теста, связанного с получением и трудоемким анализом экспериментальных данных.

В работе специалиста по оценке состояния объекта можно выделить три основных этапа.

На первом этапе специалист по диагностике формирует «черновой» вариант теста, включающего задания, т.е. набор входных воздействий, реакции на них, отражающие состояние оцениваемого объекта (конструкта).

На втором этапе исследователь выбирает диагностическую модель и определяет ее параметры. Под диагностической моделью понимается способ компоновки (преобразования, агрегирования) исходных диагностических признаков (вариантов реакций на задания теста) в диагностический показатель.

Первичным материалом для нахождения параметров диагностической модели являются данные экспериментального обследования «черновым» вариантом диагностического теста репрезентативной выборки контролируемых объектов. Результаты обследования сводятся в таблицу экспериментальных данных типа объект - признак. Основными категориями, характеризующими структуру экспериментальных данных и используемыми для определения различными методами параметров диагностической модели, служат категории сходства и различия строк и столбцов (объектов и признаков) таблицы экспериментальных данных.

Для определения параметров диагностической модели используются две стратегии эмпирико-статистического анализа данных.

Первая стратегия основывается на критерии автоинформативности экспериментальных данных, который подразумевает, что диагностическую модель можно непосредственно определить путем аппроксимации геометрической структуры множества объектов в пространстве исходных признаков, не прибегая к сведениям об эмпирических (внешних) отношениях исследуемых объектов, а опираясь только на числовые отношения сходства и различия объектов и признаков. Хорошую линейную диагностическую модель (линейную аппроксимацию) удастся построить, когда значительная часть исходных признаков отличается высокой взаимосвязанностью (внутренней согласованностью) и остальные признаки не могут конкурировать с этим согласованным влиянием на структуру данных. Если внутренняя согласованность обусловлена отражением требуемого технического конструкта, то параметры линейной диагностической модели (веса признаков) дает метод главных компонент. Если в множество исходных признаков входят несколько групп взаимосвязанных признаков, то одну или сразу несколько диагностических моделей можно получить, используя методы факторного анализа. И, наконец, полезные практические результаты дает метод контрастных групп, в котором используется эффект повышения внутренней согласованности «черновой» версии линейной диагностической модели.

Вторая стратегия определения параметров диагностической модели основана на привлечении и активном использовании дополнительной обучающей информации о диагностируемом свойстве исследуемых объектов. Критерии, по которым формируется обучающая информация, называются критериями внешней информативности или внешними критериями. Главными представителями методов, опирающихся на внешние критерии, являются методы регрессионного и дискриминантного анализа. В данном разделе описываются типы и способы получения обучающей информации, а также приводятся необходимые сведения о классическом линейном регрессионном и дискриминантном анализе.

На третьем этапе разработчик теста проводит стандартизацию и испытания построенной диагностической модели.

### Список использованных источников

1. Александровская, Л. Н. Современные методы обеспечения безотказности сложных технических систем. [Текст] / Л. Н. Александровская, А. П. Афанасьев, А. А. Лисов. – М.: Логос, 2001.
2. Кузнецов, П. И. Контроль и поиск неисправностей в сложных системах. [Текст] / П. И. Кузнецов, Л.А. Пчелинцев, В.С. Гайденко. – М.: Советское радио, 1969.
3. Ергалиев, Д.С. Аналитические основы контроля и диагностирования систем воздушных судов гражданской авиации[Текст] / Д.С. Ергалиев // Сб. науч. трудов Международного симпозиума «Надежность и качество», I том. – Пенза: ИПО ПГУ, 2007. – С.23–24.
4. Ергалиев, Д. С. Аналитические организационно-технические аспекты технического обслуживания систем бортового комплекса оборудования воздушных судов [Текст] / Д. С. Ергалиев, А. Н. Тихонов, К. Ж. Саханов // Сб. науч. трудов Международного симпозиума «Надежность и качество», I том. – Пенза: ИПО ПГУ, 2007. – С.322–323.
5. Ергалиев, Д. С. Теоретические основы формирования исходного множества диагностических признаков объектов технического обслуживания и ремонта. [Текст] / Д.С. Ергалиев, А.Н. Коптев, А.О. Пашутко, К.Ж. Саханов, А.Н. Тихонов // Сб. науч. статей семинара по неразрушающим методам контроля «Совершенствование технологических процессов технического обслуживания». – г.Самара: СГАУ, 2007г. – С. 21-27.