

- оценка функциональной производительности, загрузки и сбалансированности составных частей системы;
- получение детального описания выполняемых процессов;
- возможность хранения, оперативного использования и корректировку информации об изделии.

В настоящее время в ряде работ разработаны модель ТОиР на основе ориентированных графов. Эти модели не описывают собственно систему ТОиР и процессы протекающие в ней, не позволяют вести анализ структурно-функционального взаимодействия между составными частями системы ТОиР (ВС, средствами ТОиР, исполнителями) и не дают детального описания конкретных производственных процессов. Она так же не дает представления о месте человека (исполнителя) в этой системе, и не определяет значимость документации, которая определяет принцип взаимодействия в этой системе. Перечисленные недостатки моделей ТОиР на основе ориентированных графов не позволяют решать перечисленные выше задачи.

Всесторонний анализ деятельности производственной системы требует системного подхода, который предполагает построение комплекса моделей (структурных, функциональных, информационных и др.). При этом важно использовать современные информационные технологии, позволяющие проводить моделирование систем в атомическом режиме.

На современном этапе для создания моделей, позволяющих решить указанные выше задачи, используют CALS-методологию.

При выборе метода моделирования предметной области обычно в качестве критерия выступает степень ее динамичности. Для более регламентированных задач больше подходят функциональные, а для более адаптивных систем — объектно-ориентированные модели. Оптимальным видится комплексное решение, для создания функциональных моделей, объединяющее графический и формальный подходы в единой методике.

Создание функциональных моделей для анализа процессов ТОиР с целью их дальнейшей корректировки является актуальной задачей. Для анализа правильности и адекватности построенной функциональной модели целесообразно использовать один из формальных методов построения систем. Дальнейшее использование функциональной модели вместе с использованием имитационного моделирования позволяет анализировать процессы ТОиР с учетом различных вариантов. Имитационная модель позволяет получать больше информации о процессе, что, в конечном счете и может привести к корректировке как функциональной модели, так и процесса ТОиР.

УДК 629.782.519.711

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ КОНТРОЛЯ БОРТОВЫХ СИСТЕМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Коптев А.Н., Яковенко Н.А.

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П.Королева
(национальный исследовательский университет), г. Самара

Одним из важнейших условий эффективной работы любого объекта является безотказное функционирование элементов, входящих в его состав.

Поддержание высокого уровня функционирования объектов промышленности невозможно без использования современных методов и средств комплексной технической диагностики.

Эффективное функционирование любой системы зависит от безотказности каждого элемента. Если поддерживать в процессе эксплуатации безотказность элементов на достаточно высоком уровне, то высокой безотказностью будет обладать и сама система.

Эксплуатация неизбежно сопряжена с постепенным износом оборудования и вследствие этого с необходимостью его периодического ремонта. Задачи оптимизации периодичности ремонтных работ, срока службы, оценки технического состояния оборудования целесообразно решать на единой методологической основе с задачами диагностики.

Задачей технической диагностики является определение работоспособности элемента и локализация неисправностей. Отсюда вытекают основные этапы построения и анализа моделей диагностирования.

1. Физический анализ объекта контроля, на основе которого выбирается совокупность диагностических признаков и диагностируемых параметров. Оценка информативности диагностируемых параметров и чувствительности реакции диагностических признаков.

2. Формирование массива основных диагностических признаков на основе одного из известных методов.

3. Выбор минимальной совокупности диагностических признаков с использованием оптимизационных критериев.

4. Построение области работоспособности в пространстве основных диагностических признаков.

Условия решения задачи построения диагностической модели задаются допустимой областью значений ресурсов Q , выделенных для использования в процессе проектирования.

Для оценки эффективности модели воспользуемся критерием эффективности или совершенства (КС), функцией ценности или качества объектов G , которая обобщённо характеризуют ценность данной модели по ряду особо выделяемых его свойств, а также параметров функционирования (X'' , Y'' , Z''). В общем случае:

$$G = X'' \times Y'' \times Z''.$$

Предпочтение должно быть отдано решению с набором признаков $\bar{y} \in Y$, $\bar{x} \in X$, $\bar{z} \in Z$, что:

$$\bar{G}(\bar{X}, \bar{Y}, \bar{Z}) > G(X, Y, Z)$$

для всех допустимых $\bar{y} \in Y$, $\bar{x} \in X$, $\bar{z} \in Z$.

Оценочная функция M определяет соотношение свойств модели с затратами (ресурсами) Q , необходимыми для реализации модели. В общем случае:

$$M(X \times Y \times Z) \rightarrow Q.$$

Оценочная функция M характеризует затраты, определяемые в виде различных ресурсов (временных, трудовых, материальных и т.п.), на создание модели с данным набором диагностических признаков. Предпочтение в этом случае должно быть отдано решению с таким набором признаков $\bar{y} \in Y$, $\bar{x} \in X$, $\bar{z} \in Z$, что:

$$\bar{M}(\bar{X}, \bar{Y}, \bar{Z}) > M(X, Y, Z)$$

для всех допустимых $\bar{y} \in Y$, $\bar{x} \in X$, $\bar{z} \in Z$.

Все многообразие глобальных целевых ориентаций модели любых объектов сводится к двум:

а) максимизировать эффективность G создаваемой модели объекта контроля (допустимые затраты на процесс создания Q задаются в виде ограничений);

б) минимизировать затраты Q (временные, трудовые, материальные), необходимые для реализации процесса реализации модели.

Множество представлений для решения задач моделирования может быть отнесено к трем основным типам: выбору из перечислений, определению в пространстве состояний, сведению задачи к подзадачам

В общем случае на разных стадиях решения каждой конкретной задачи могут использоваться различные типы представлений: на высшем уровне решение по типу сведения задачи к подзадачам; на уровне составных единиц - по типу определения в пространстве состояний; на уровне элементов - по типу выбора из перечислений и т.п. При вариантном проектировании возможен «конкурс» типов представлений, когда одна и та же задача построения модели данного уровня сущности решается параллельно, на основе различных типов представлений, а окончательный выбор варианта производится на уровне сопоставления результатов полученных решений.

УДК 62.001.4

ПРОБЛЕМЫ ДИАГНОСТИКИ ПИЛОТАЖНО-НАВИГАЦИОННЫХ КОМПЛЕКСОВ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Коптев А.Н., Кириллов А.В.

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П.Королёва (национальный исследовательский университет), г. Самара

Современные диагностические комплексы систем бортового авиационного оборудования прошли долгий путь развития, и представляют из себя многофункциональные программируемые системы, способные выполнить в составе одного комплекса широкий спектр диагностических тестов. Не смотря на это некоторые вопросы диагностики систем именно пилотажно-навигационного комплекса (ПНК) современных летательных аппаратов (ЛА), в силу специфики выполняемых задач, остаются не решенными.

Все системы, входящие в состав ПНК проходят полноценную проверку отдельно друг от друга, в специализированных лабораториях. К сожалению, не всегда, показавшие положительный результат при индивидуальных тестах системы, исправно работают в составе единого комплекса. Это может быть как пропущенный дефект самого оборудования, так и ошибка сборки. Анализ показал, что лётные испытания выявляют достаточно высокий процент неисправностей, связанных с функционированием ПНК в целом в реальных динамических условиях. Однако лётные испытания не дешевы, и каждый авиапроизводитель стремится уменьшить объём повторных вылетов для отработки обнаруженных дефектов. В связи с этим предлагается проводить динамическую оценку состояния ПНК в цехе окончательной сборки с максимально-возможным моделированием внешней среды, до передачи ЛА на лётно-испытательную станцию.

Решение этой задачи возможно на базе динамической модели, описывающей весь ПНК в сборе. В работе предлагается решение этой задачи в рамках теории образов, где динамическая модель ПНК представляется как пространственно - временной образ, отражающий все пилотажные и навигационные задачи, выполняемыми комплексом в полёте. Таким образом, задача аппаратных средств диагностики в общей постановке сводится к сравнению полученного образа ПНК с реально существующим оригиналом, то есть с распознаванием текущего образа. Данный образ для решения всего набора задач состоит из множества регулярных конфигураций, построенных с учётом набора правил и ограничений, каждая из которых является представлением одной типичной навигационно-пилотажной задачи, решаемой комплексом в полёте.