

*Е.П. Нечипорук, кандидат технических наук  
(Национальный авиационный университет, Украина)*

## **ПРОБЛЕМЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

*Описаны основные проблемы идентификации множественных комбинаций единичных отказов в задачах диагностирования сложных технических систем.*

Диагностирование является одной из самых интеллектуальноемких процедур в процессе эксплуатации сложных технических объектов (СТО). Однако в процессе создания объектов диагностирования (ОД) знания о них, закладываемые в алгоритмы, программы и технические средства диагностирования, часто оказываются недостаточными для обеспечения требуемого уровня готовности ОД в процессе его эксплуатации.

Это относится к таким ОД, как, например, авиационные двигатели. Такого рода ОД представляют собой сложные технические системы со значительной структурной, состоящие из большого числа элементов с различными принципами действия, режимами работы, процедурами обслуживания и условиями эксплуатации. Процессы деградации в элементах таких систем имеют различные закономерности и часто недостаточно изучены. Весьма проблематичной является установка необходимых датчиков (даже если они существуют) на ряде элементов и организация интерфейса для передачи диагностической информации. Все это обуславливает ограниченность исходной базы знаний (БЗ) системы диагностирования и приводит к снижению уровня достоверности принимаемых решений об актуальных и прогнозных технических состояниях ОД.

Стремительные темпы развития и внедрение во все сферы деятельности современных технических систем, непрерывный рост их структурной сложности и размерности, специализированные условия применения и требования к безотказности выполняемых аппаратурой функций определяют актуальность проблемы надежности, качества и безопасности эксплуатации технических объектов. Большое значение в успешном решении этих задач принадлежит методам и средствам контроля и диагностики технических систем и программного обеспечения.

При проектировании сложных объектов следует учитывать требования технического контроля - своевременно определять действительное состояние объекта (исправное, допустимое, предаварийное, аварийное), и, в случае неисправности, эффективно обнаруживать и устранять возникшие дефекты.

Инженерная практика все чаще сталкивается с проблемой решения задач диагностики сложных технических систем с большим числом возможных дефектов, требующих быстрой локализации для предотвращения серьезных аварийных последствий. Решение этих задач требует разработки математических моделей, методов и алгоритмов эффективного обнаружения дефектов, применимых не только в конкретной прикладной области, но обладающих свойством общности для большого класса технических систем.

Основоположниками теории диагностирования дискретных и непрерывных технических систем являются отечественные и зарубежные ученые П.П. Пархоменко, Е.С. Согомоян, В.В. Карибский, А.В. Мозгалеvский, Я.Я. Осис, В.А. Гуляев, Д. Маеда, С. Раомурти.

Рост размерности и структурной сложности технических устройств опережает возможности активно используемых методов поддержания их в работоспособном состоянии своевременным обнаружением дефектов. Необходима разработка новых эффективных моделей для решения задач диагностики объектов, состоящих из нескольких сотен и даже тысяч единиц, автоматизация процедур построения оптимальных стратегий диагностирования технического состояния и прогнозирования поведения сложных современных технических систем.

Повышение конструктивной сложности систем при прочих равных условиях неизбежно ведет к снижению их надежности и эффективности выполнения ими заданных функций. Противоречие между ростом сложности технических систем и снижением их надежности приводит к необходимости разработки эффективных методов контроля и диагностики их состояния. Реализация мероприятий по повышению надежности за счет обеспечения контролепригодности и диагностируемости связана с дополнительными затратами, в этой связи актуальна задача оптимизации ресурсов по критериям максимума показателей надежности. Анализ причин и характеристик дефектов позволил выполнить их классификацию по основным признакам, так как успешность применения методов диагностирования определяется точностью построения модели причинно-следственных связей дефектов.

Обзор работ в области диагностики технических средств показал отсутствие общего подхода к построению эффективных моделей и алгоритмов диагностирования причин возникновения отказов и анализа предаварийных ситуаций в объектах с числом дефектов до нескольких сотен единиц. В результате формулируются постановки задач исследования – разработка моделей и алгоритмов синтеза процедур диагностирования структурно-сложных объектов, оптимизирующих объем обрабатываемой диагностической информации с целью принятия решений по управлению объектом.

Проведение диагностической процедуры и обработка ее результатов имеет большую трудоемкость, или, более того, нереализуема из-за ограничений на вычислительные ресурсы. Проведенные исследования выявили необходимость создания принципиально новой модели представления данных об объекте для целей диагностирования, на базе которой возможно организовать эффективную комбинационную процедуру поиска дефектов для сложных систем с большим числом состояний.

При исследовании сложных технических систем с использованием методов математического моделирования возникает ряд проблем, обусловленных большой размерностью задачи и необходимостью учета множества факторов, присущих системе и влияющих на качество решения задачи.

### **Выводы**

Идентификация множественных отказов возможна лишь при использовании специализированных экспертных систем диагностирования, способных устанавливать комбинации единичных отказов, в совокупности приводящих к наблюдаемым изменениям значений контролируемых параметров объекта диагностирования.

Комбинаторный характер задачи определения множественных отказов обусловил попытку применения к ее решению метода направленного перебора вариантов. Это требует разработки правил формирования комбинаторной модели, адекватной логико-лингвистической модели диагностирования в той ее форме, которую она приобретает после настройки на ситуацию. Поскольку задача диагностирования не является оптимизационной, такая комбинаторная модель в общем случае принимает вид системы нелинейных уравнений с булевыми переменными.

### **Список літератури**

1. *Литвиненко А.Е.* Метод направленного перебора в системах управления и диагностирования. – К., 2007. – 365 с.
2. *Черноруцкий, И.Г.* Методы оптимизации и принятия решений. – СПб.: Лань, 2001.–384 с.
3. *Костюков В.Н.* Мониторинг безопасности производства. – М.: Машиностроение, 2002. – 224 с.
4. *Дмитриев С.А., Литвиненко А.Е., Степушкина Е.П., Попов А.В.* Экспертные модели определения множественных отказов в авиационных двигателях. – Вестник двигателестроения. – 2005. – №1. – с. 67-77.