

О методе повышения надежности и продления ресурса безотказной работы при эксплуатации крупноапертурных АФАР РЛС

А.П. Линкевичиус¹, Ю.М. Викулова¹,

¹ ОАО «РТИ»,

Современные АФАР РЛС – это сложные аппаратно-программные комплексы (АПК), являющиеся интегрированными радиотехническими и информационными системами и характеризующиеся исключительно высокопроизводительным программным обеспечением и высокой надежностью [1]. Специализированное программное обеспечение позволяет в режиме реального времени управлять работой АФАР и системами ее самоконтроля, формировать специализированные базы данных о текущем техническом состоянии [2], в том числе ретроспективные данные, полученные на всех этапах жизненного цикла как АФАР, так и РЛС в целом.

В соответствии с [3], техническое обслуживание (ТО) представляет собой комплекс операций по поддержанию работоспособности изделия, в частности, при его использовании по назначению, ожидании, хранении и транспортировании. Обычно ТО подразделяется на виды, по одному из признаков: этапу существования, периодичности, регламентации и т.д. Существующий на данный момент научно-методический аппарат диагностики и управления техническим состоянием АФАР сводится в основном к ремонтным операциям по устранению выявленных и скрытых неисправностей, при этом информационные возможности современных АФАР используются в незначительной степени.

Новые информационные технологии, такие как статистические методы анализа больших массивов разнородной информации [4], в частности, нейросети и алгоритмы «машинного обучения», позволяют реализовать новые подходы к организации управления работоспособностью АФАР с точки зрения повышения отказоустойчивости, контроля технического состояния, продления ресурса безотказной работы и сроков эксплуатации АФАР. Имея, с одной стороны, массив данных о техническом состоянии АФАР, поступающих в непрерывном режиме, а с другой – статистику «исторических» неисправностей, включая информацию со стенда генерального конструктора (изделия сочетающего средства контроля, сбора и управления данными, на основе комплексных имитационных моделей РЛС), возникает возможность разработки интеллектуального комплекса, решающего задачи прогнозирования отказов в процессе эксплуатации АФАР и выдающего рекомендации по выявлению и своевременному устранению возникающих неисправностей, уделяя особое внимание наиболее критичным типам неисправности, которые приводят к выводу РЛС из режима работы.

Таким образом, новое решение задачи контроля и управления техническим состоянием АФАР как комплексной и многофункциональной задачи контроля, восстановления и ремонта целесообразно осуществить на основе использования:

- оценок текущих характеристик АФАР и РЛС в целом по данным стенда генерального конструктора (СГК);
- данных непрерывного контроля за характеристиками АФАР (как первичными, так и вторичными), в целях определения в реальном времени критических изменений характеристик и оценки текущего технического состояния АФАР.

Обработка указанных данных должна осуществляться с использованием специализированного алгоритма планирования адаптивного ТО, позволяющего контролировать техническое состояние АФАР в режиме реального времени и обеспечивающего тем самым минимизацию времени отключения РЛС на ТО и ремонт, а также – продление срока эксплуатации АФАР.

Для определения состава и структуры ККУТС наиболее целесообразно совместное применение математического аппарата классической теории надежности и метода управления созданием РЛС с использованием моделей рисков, получившей свое развитие в области разработки РЛС нового поколения в работах [5,6]. Метод основан на анализе риска проектирования, создания и эксплуатации РЛС с использованием логико-вероятностных методов теории надежности и применения накопленной информации о разработке предыдущих поколений РЛС, организованной в формате интеллектуальной системы управления жизненным циклом. Этот

метод позволяет адекватно учитывать многочисленные факторы, влияющие на процессы создания и эксплуатации РЛС, и выдавать практические рекомендации по управлению этими процессами.

Разработка оптимального ККУТС, для заданной структуры АФАР, на практике означает нахождение максимума показателей надежности в течение заданного времени при выбранной модели надежности АФАР, учитывающей возможности контроля, восстановления и т.д.

Решая для каждого момента времени, оптимизационную задачу, с учетом накопленных к этому моменту данных объективного контроля и данных стенда Генерального Конструктора, будем иметь адаптивный алгоритм формирования ТО АФАР с учетом его текущих характеристик, который, в результате, будет поддерживать исправное техническое состояние путем обратного воздействия на АФАР (рис.1).



Рис.1 Схема обработки данных ККУТС

Таким образом, ККУТС, согласно заложенной в него модели надежности, в последовательные моменты времени (с заданной периодичностью), на основе агрегированной информации о состоянии АФАР, рассчитывает прогноз надежности ее компонент и решает оптимизационную задачу, сформулированную в теории риска, выдавая рекомендации по планированию оптимального ТО.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ (№ НШ-6831.2016.8)

Литература

1. Боев С.Ф., Рахманов А.А., Слока В.К. Система модульно-параметрического проектирования радиолокационных станций дальнего обнаружения нового поколения. М.: Столичная энциклопедия, 2015. 561-578 с.
2. Шишов Ю. А., Голик А. М., Клейменов Ю. А., Бахарев В. А., Демочко С. Ю. Адаптация управления ФАР по результатам встроенного контроля. Зарубежная радиоэлектроника №9.1990. С.69-89
3. ГОСТ Р 27.002-2089 Надежность в технике. Термины и определения 2011.
4. Montgomery D.C. Design and Analysis of Experiments, 5th ed., John Wiley & Sons, New York, 2001

5. Боев С.Ф., Рахманов А.А., Слока В.К. Принципы и подходы к проектированию и созданию РЛС дальнего обнаружения нового поколения // Сборник материалов 9-й всероссийской научно-практической конференции «Перспективные системы и задачи управления». 2014. С. 5-7

6. Боев С.Ф., Казанцев А.М., Панкратов В.А., Дембицкий Д.Н., Петраков А.М. Событийная модель оценки рисков создания РЛС ДО // Вестник МАИ. 2015. Т. 22. № 1.