

Анипко О.Б., Борисюк М.Д., Климов В.Ф., Масыгин В.И.

СЛОЖНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ – КАК ОБЪЕКТЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

*Харьковский институт Военно-Воздушных Сил им. И. Кожедуба,
Харьковское конструкторское бюро по машиностроению им. А.А. Морозова*

Прогнозирование технического состояния сложных технических систем вооружения и военной техники является неотъемлемой частью обоснования принятия решений по проведению организационно-технических мероприятий [1]. Как правило, оно сводится к формированию обоснованных суждений о возможном состоянии сложной технической системы вооружения и военной техники (ВВТ) в ближних и отдаленных перспективах, а также о возможных путях и методах повышения состояния и характеристик ранее выпускавшихся систем до уровня современных требований. Одним из ключевых вопросов при решении перечисленных задач является определение «жизненного» или «эксплуатационного» цикла различных типов ВВТ.

Как правило, этот вопрос решается на основе методов теории надежности [2,3]. Сложные технические системы – объекты ВВТ – эксплуатируются смешанно: по состоянию и плано-предупредительным методом. При этом будем различать время работы t и календарную продолжительность эксплуатации.

Исследования отечественных и зарубежных авторов показывают, что увеличение интенсивности отказов мелких элементов сложных технических систем происходит в основном из-за старения, а крупных – старение, износ и разрегулирование.

В процессе эксплуатации техническая система подвержена воздействию двух групп факторов:

- повышающих надежность;
- снижающих надежность системы.

При этом под надежностью будем понимать комплексный показатель технического состояния сложной технической системы. Эксплуатация объекта осуществляется в соответствии с оптимальными эксплуатационными характеристиками надежности, то есть когда затраты на повышение надежности пропорциональны цене отказа. Такой эксплуатации соответствует кривая прогнозируемого уровня надежности (рис. 1).

Учитывая, что сложная техническая система в процессе эксплуатации проходит периоды хранения, собственно эксплуатации и восстановления надежности, то представляется целесообразным для фиксированных условий работы использовать приведенную интенсивность отказов системы λ_{np} , определяющейся зависимостью:

$$\lambda_{np} = \frac{\lambda_p t_p + \lambda_{xp} t_{xp}}{t_p + t_{xp}}, \quad (1)$$

где λ_p – интенсивность отказов в рабочем состоянии; λ_{xp} – интенсивность отказов в состоянии хранения; $t_{xp} = \tau_n - t_p$ – время пребывания системы в состоянии хранения в течение одного межпрофилактического периода.

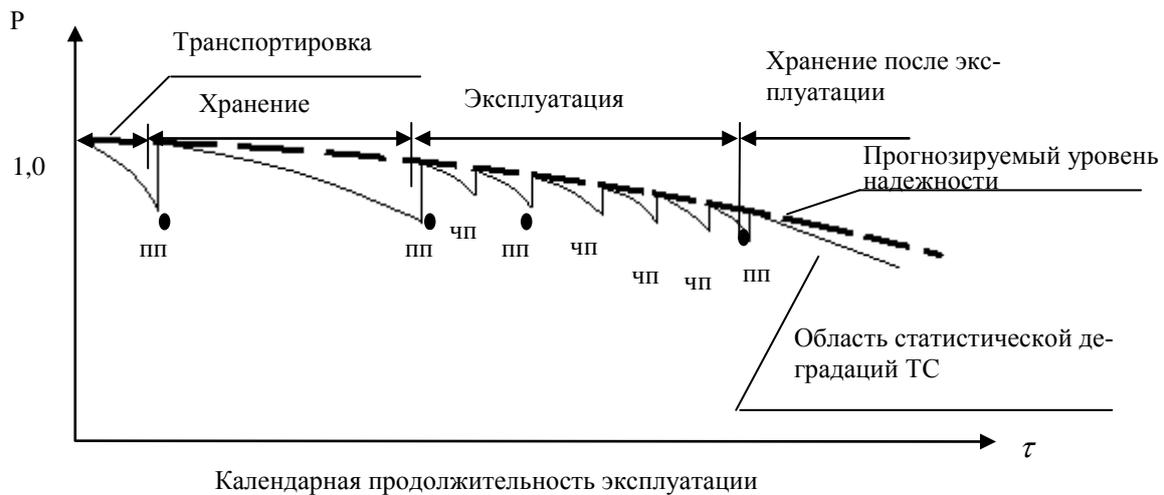


Рисунок 1
 пп – полная проверка ТС; чп – частичная проверка ТС

Таким образом интенсивность отказов в общем случае есть функция времени τ . С другой стороны, существует целый ряд таких эксплуатационных режимов, которые снижают надежность системы быстрее, чем по прогнозируемому закону. Так, например, пуск дизельного двигателя в зимних условиях эквивалентен его работе в течение суток, для авиационной техники режимами эксплуатации, приводящими к повышенному износу, являются полет на больших высотах с малой скоростью, работа двигателя на околоскритических режимах и др.

В конечном итоге после работы Δt_{np} часов на режимах, отличных от заданного, действительное состояние технической системы может существенно отличаться от прогнозируемого (рис. 2 $P_{кр}(t.2)$ и $P_{прогн}(t.1)$).

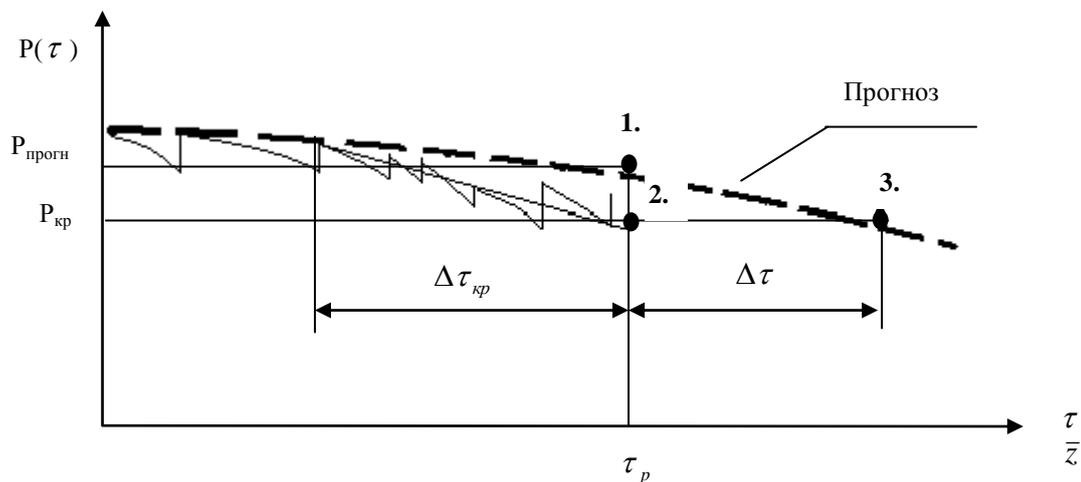


Рисунок 2

С другой стороны, уровень надежности $P_{кр}$ с точки зрения исчерпания ресурса, будет соответствовать наработке $(\tau_p + \Delta\tau)$ часов, и, таким образом, составлять величину

ну большую, чем τ_p . Именно наработка ($\tau_p + \Delta\tau$) и определяет надежность и техническое состояние системы в данный момент эксплуатации τ_p . Непосредственное использование выражения (1) для прогнозирования технического состояния затруднено, поскольку связано с задачей оценки λ_p . Поэтому, на этапе работы на «критических режимах» целесообразно построить функции $\lambda(t)$, соответствующие данному эксплуатационному режиму в виде $\lambda(t) = t^n$, где n – эмпирический показатель степени, полученный в результате испытаний на данном режиме. Тогда надежность при эксплуатации в этом случае

$$P(\tau) = e^{-\lambda^{1+n}}. \quad (2)$$

Выражение (2) определяет т.2 (рис. 2), которая получена путем коррекции интенсивности отказов путем более существенной зависимости λ от времени.

Такой подход позволяет оценивать остаточный ресурс сложных технических систем ВВТ при режимах эксплуатации, снижающих надежность интенсивнее, чем прогнозируемый уровень надежности в процессе эксплуатации.

Литература

1. Мітрахович М.М., Бурячок В.Л. Методичні аспекти прогнозування та їх застосування при системному підході для вирішення проблем розвитку озброєння і військової техніки // Спеціальна техніка и вооружение. – 2002. – №1-2. – С. 3-11.
2. Костенко Ю.Т., Раскин Л.Г. Прогнозирование технического состояния системы управления. – Х.: Основа, 1996. – 303 с.
3. Ковтуненко А.П., Козлов А.Ф., Коростелев О.П., Шершнев Н.А. Основы построения и оценки потенциальной эффективности систем зенитного управляемого ракетного оружия. – К.: Фитосоциоцентр, 2003. – 296 с.

УДК 621.532

Аніпко О.Б., Борисюк М.Д., Клімов В.Ф., Мاسягін В.І.

СКЛАДНІ ТЕХНІЧНІ СИСТЕМИ ОЗБРОЄННЯ І ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ – ЯК ОБ’ЄКТИ ПРОГНОЗУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ

Запропоновано підхід щодо оцінки залишкового ресурсу щодо експлуатації складних технічних систем ОВТ на навколо критичних режимах.