



Українська Федерація Інформатики
Інститут кібернетики імені В. М. Глушкова НАН України
Вищий навчальний заклад Укоопспілки
«ПОЛТАВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І ТОРГІВЛІ»
(ПУЕТ)

ІНФОРМАТИКА ТА СИСТЕМНІ НАУКИ (ІСН-2015)

**МАТЕРІАЛИ
VI ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ ЗА МІЖНАРОДНОЮ УЧАСТЮ**

(м. Полтава, 19-21 березня 2015 року)

За редакцією професора О. О. Ємця

**Полтава
ПУЕТ
2015**

УДК 681.3(07)

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ АДАПТИВНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ПО СОСТОЯНИЮ

Г. В. Банзак, к. т. н., доцент

*Одесская государственная академия технического
регулирования и качества
banzak@mail.ru*

Контроль технического состояния (ТС) объекта производится с постоянной периодичностью T_k . Периодичность контроля остается неизменной вне зависимости от того, как изменяется фактическое ТС объекта. Очевидно, что было бы логично изменять периодичность контроля с учетом текущей информации о ТС объекта. Если, например, по данным, полученным в нескольких последних циклах технического обслуживания (ТО), стало известно, что ТС объекта ухудшается, то очевидно, что следовало бы уменьшить периодичность контроля. И наоборот, если ТС в среднем улучшается, то можно было бы увеличить периодичность контроля и тем самым сократить затраты на ТО. Таким образом, возникает естественная идея адаптивного изменения (коррекции) периодичности контроля с целью повышения эффективности процесса ТО.

Предлагаемая модель адаптивного технического обслуживания по состоянию (ТОС) в целом остается такой же, как и с постоянной периодичностью контроля. Отличие состоит только в том, что после каждого ТО производится расчет нового значения времени до следующего ТО. Планирование времени очередного ТО с учетом текущего ТС объекта осуществляется следующим образом.

Пусть в момент времени t_k проводится k -е (с начала эксплуатации) ТО объекта. При проведении ТО производится измерение определяющих параметров $u_i(t_k)$ для всех

обслуживаемых элементов, и определяются фактические (измеренные) значения средней скорости деградации a_i :

$$a_i(t_k) = u_i(t_k)/(t_k - t_{0i}), \quad (1)$$

где t_{0i} - момент времени последней замены i -го элемента ($t_{0i} < t_k$).

После этого в момент t_k производится ТО. В результате ТО происходит изменение (улучшение) технического состояния объекта. Для всех элементов, для которых выполнялось ТО, изменяются значения $t_{0i} (t_{0i} := t_k)$.

Затем производится расчет прогнозируемых значений средней скорости деградации ТС $\tilde{a}_i(t_k)$ для всех элементов по формуле экспоненциального сглаживания [1]:

$$\tilde{a}_i(t_k) = \beta \tilde{a}_i(t_{k-1}) + (1 - \beta) a_i(t_k), \quad (2)$$

где t_{k-1} - момент времени предыдущего контроля ($k = 1, 2, \dots$);

$\tilde{a}_i(t_{k-1})$ - средняя скорость деградации i -го элемента, значение которой рассчитывалось (прогнозировалось) в момент времени t_{k-1} ;

$a_i(t_k)$ - значение скорости, измеренное в момент времени t_k ;

β - постоянная сглаживания ($\beta \in [0, 1]$). Чем больше величина β , тем больший вес придается прогнозируемым (усредненным по времени) значениям скорости деградации определяющих параметров.

Полученная величина $\tilde{a}_i(t_k)$ - это значение скорости, ожидаемое в будущем, при $t > t_k$.

Время (наработка) до следующего ТО определяется следующим образом. Для всех обслуживаемых элементов рассчитываются прогнозируемые оценки средней наработки до отказа по формуле:

$$\tilde{T}_{\text{cpi}} = 1/\tilde{a}_i(t_k). \quad (3)$$

Затем определяется наименьшая из этих оценок:

$$T'_{\text{cp}} = \min_i \tilde{T}_{\text{cpi}}(t_k).$$

Время до следующего ТО рассчитывается по формуле:

$$\tilde{T}_{\text{то}}(t_k) = \gamma T'_{\text{cp}}, \quad (4)$$

где γ - коэффициент упреждения, смысл которого можно интерпретировать как относительный “запас прочности” для предотвращения возможных отказов объекта в интервалах эксплуатации между очередными ТО. Оптимальное значение γ определяется в результате моделирования [2].

С учетом (4) определяется момент времени следующего ТО:

$$t_{k+1} = t_k + \tilde{T}_{\text{то}}(t_k) \quad (k = 1, 2, \dots). \quad (5)$$

Рассмотренный алгоритм определения времени до следующего ТО совместно с дифференциальными уравнениями и операторами можно представлять как математическую модель процесса адаптивного ТО (АТО). Рассмотренные выше трудности практической реализации общей математической модели в виде системы дифференциальных уравнений в полной мере сохраняются и для данной модели АТО. Предложенные здесь принципы АТО и математические соотношения ниже используются при разработке имитационной статистической модели.

Литература

1. Браун В. О., Борjak К. Ф., Лантвойт О. Б., Цыцарев В. Н. Моделирование процессов технического обслуживания сложных восстанавливаемых объектов радиоэлектронной техники // Вісник інженерної академії України. – К., 2008. – №1. – С. 47-52.

2. Банзак Г. В. База данных о надежности сложных объектов радиоэлектронной техники / К. Ф. Борjak, В. Н. Цыцарев, Г. В. Банзак // Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – 2010. – № 27. – С.89-97.