

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРЕДЫСТОРИИ ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ ПОСТЕПЕННЫХ ОТКАЗОВ ИЗДЕЛИЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ МЕТОДОМ ЭКСТРАПОЛЯЦИИ ПАРАМЕТРА

И.А. БУРАК¹, С.М. БОРОВИКОВ¹, А.В. БУДНИК²

¹Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
ул. П. Бровки, 6, г. Минск, 220013, Республика Беларусь
bsm@bsuir.by

²Международный государственный экологический университет им А.Д. Сахарова
ул. Долгобродская, 23, г. Минск, 220070, Республика Беларусь
budnik@iseu.by

Применение методов прогнозирования постепенных отказов, основанных на экстраполяции параметра, возможно при наличии предыстории функционального параметра изделия электронной техники (ИЭТ), что влечёт расходование рабочего ресурса ИЭТ. Для полупроводниковых приборов, как группы ИЭТ, предлагается предысторию функционального параметра во времени моделировать обратимыми изменениями параметра, вызываемыми токами, протекающими через приборы, или напряжениями, прикладываемыми к $p-n$ -переходам.

Ключевые слова: постепенные отказы, полупроводниковые приборы, метод экстраполяции параметра, моделирование предыстории, моделирующий фактор.

Индивидуальное прогнозирование надёжности ИЭТ методом экстраполяции параметра используют для прогнозирования постепенных отказов, то есть отказов в виде постепенного во времени ухода одного или нескольких функциональных параметров ИЭТ за пределы норм, записанных в технической документации или указанных потребителем.

При использовании метода экстраполяции параметра в качестве информации о конкретном (обозначим как j -й) экземпляре рассматриваются значения основного функционального параметра ИЭТ (обозначим этот параметр через y), полученные в какие-то начальные моменты времени от t_1 до t_k (рис. 1).

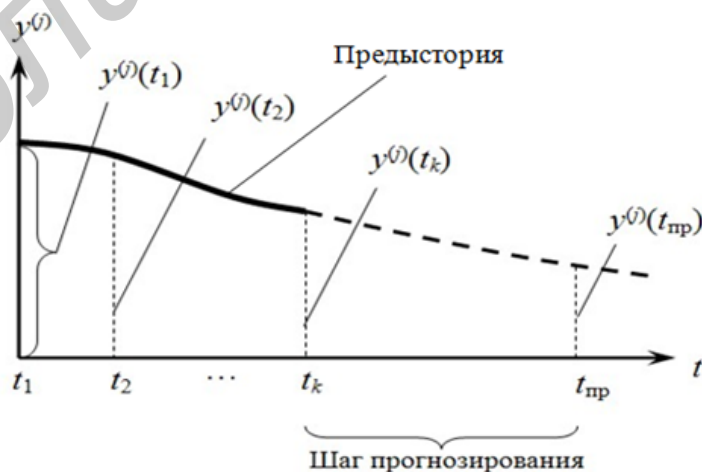


Рис. 1. Индивидуальное прогнозирование экстраполяцией параметра

На рис. 1 приняты следующие обозначения:

t_i – i -й момент времени, в который произведено наблюдение функционального параметра j -го экземпляра ИЭТ, $i = 1, \dots, k$; $y^{(j)}(t_i)$ – наблюдаемое значение функционального параметра j -го экземпляра, соответствующее моменту времени t_i ; k – количество дискретных отсчетов (наблюдений) функционального параметра j -го экземпляра; $t_{\text{пр}}$ – заданное время прогнозирования, то есть момент времени, для которого интересуются значением параметра $y^{(j)}$.

Значения функционального параметра $y^{(j)}$, полученные в моменты времени t_1, \dots, t_k , будем называть предысторией процесса, или предысторией функционального параметра j -го экземпляра.

Цель рассматриваемого прогнозирования состоит в том, чтобы по предыстории указать значение функционального параметра j -го экземпляра, которое будет соответствовать моменту времени $t_{\text{пр}}$, то есть указать значение $y^{(j)}(t_{\text{пр}})$. По значению $y^{(j)}(t_{\text{пр}})$ принимают решение о наличии или отсутствии постепенного отказа для времени $t_{\text{пр}}$.

Методы прогнозирования постепенных отказов, основанные на экстраполяции параметра, предполагают наличие предыстории функционального параметра ИЭТ. Применение этих методов влечет расходование рабочего ресурса ИЭТ, в связи с чем методы обычно реализовывают на этапе эксплуатации аппаратуры. При этом ИЭТ (экземпляр) периодически необходимо отключать от электрической схемы устройства, что в большинстве случаев проблематично. На практике важно получить ответ на вопрос о постепенном отказе ИЭТ по интересующему функциональному параметру в начальный момент времени, то есть до монтажа ИЭТ в электронное устройство.

Научная гипотеза, выдвинутая авторами, заключалась в том, чтобы предысторию функционального параметра во времени смоделировать (заменить) предысторией этого параметра, обусловленной действием какого-то моделирующего фактора, не приводящего к расходованию рабочего ресурса ИЭТ. Причём предыстория, обусловленная этим фактором, должна быть получена в начальный момент времени ($t \rightarrow 0$) и вызывать обратимые изменения функционального параметра, то есть после удаления моделирующего воздействия функциональный параметр должен принимать прежнее значение.

Для полупроводниковых приборов (ППП) предлагается предысторию функционального параметра во времени моделировать обратимыми изменениями этого параметра, вызываемыми токами, протекающими через приборы или напряжениями, прикладываемыми к p - n -переходам. Максимальная длительность предыстории должна определяться предельно-допустимыми электрическими нагрузками, приводимыми в технической документации на ППП конкретного типа. Для решения задачи прогнозирования постепенных отказов необходимо экспериментально с использованием предварительных исследований выборки ППП рассматриваемого типа (обучающего эксперимента) получить функцию пересчёта, показывающую, какой наработке соответствует тот или иной уровень моделирующего фактора.

Моделирование предыстории и прогнозирования возможных постепенных отказов ППП должно выполняться для однотипных экземпляров, не принимавших участия в обучающем эксперименте. Выполненные экспериментальные исследования [1] дают основания надеяться, что предлагаемый подход заметно повысит эффективность прогнозирования постепенных отказов ППП методом экстраполяции параметра.

Список литературы

1. *Боровиков С.М.* Статистическое прогнозирование для отбраковки потенциально ненадёжных изделий электронной техники: монография. М., 2013.